

ACCIAIERIA ELETTRICA

CAPITOLO 3 ANALISI DEI RISCHI, DANNI E PREVENZIONE PER FASE DI LAVORAZIONE

- 3.1** **Analisi rischi e interventi comuni a più fasi**
 - 3.1.1** **Analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione**
 - 3.1.2** **Riferimenti legislativi**
 - 3.1.3** **Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi**
 - 3.1.4** **Valutazione esposizione a rumore**
 - 3.1.5** **Stress e affaticamento da calore**
- 3.2** **Trasferimenti**
- 3.3** **Preparazione rottame. Preparazione carica**
- 3.4** **Preparazione acciaio**
- 3.5** **Trattamento effluenti**
- 3.6** **Lavorazioni in siviera**
- 3.7** **Colata**
- 3.8** **Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari. Movimentazioni generiche**
- 3.9** **Valutazione dei requisiti di igiene e sicurezza**

3.1 Analisi rischi e interventi comuni a più fasi

Vengono inseriti i documenti contenenti informazioni riferite a più fasi di lavorazione e che mantengono il massimo contenuto informativo restituendo i dati aggregati, oppure documenti che affrontano aspetti metodologici o riferimenti interessanti per tutte le fasi.

3.1.1 Analisi degli infortuni finalizzata alla prevenzione

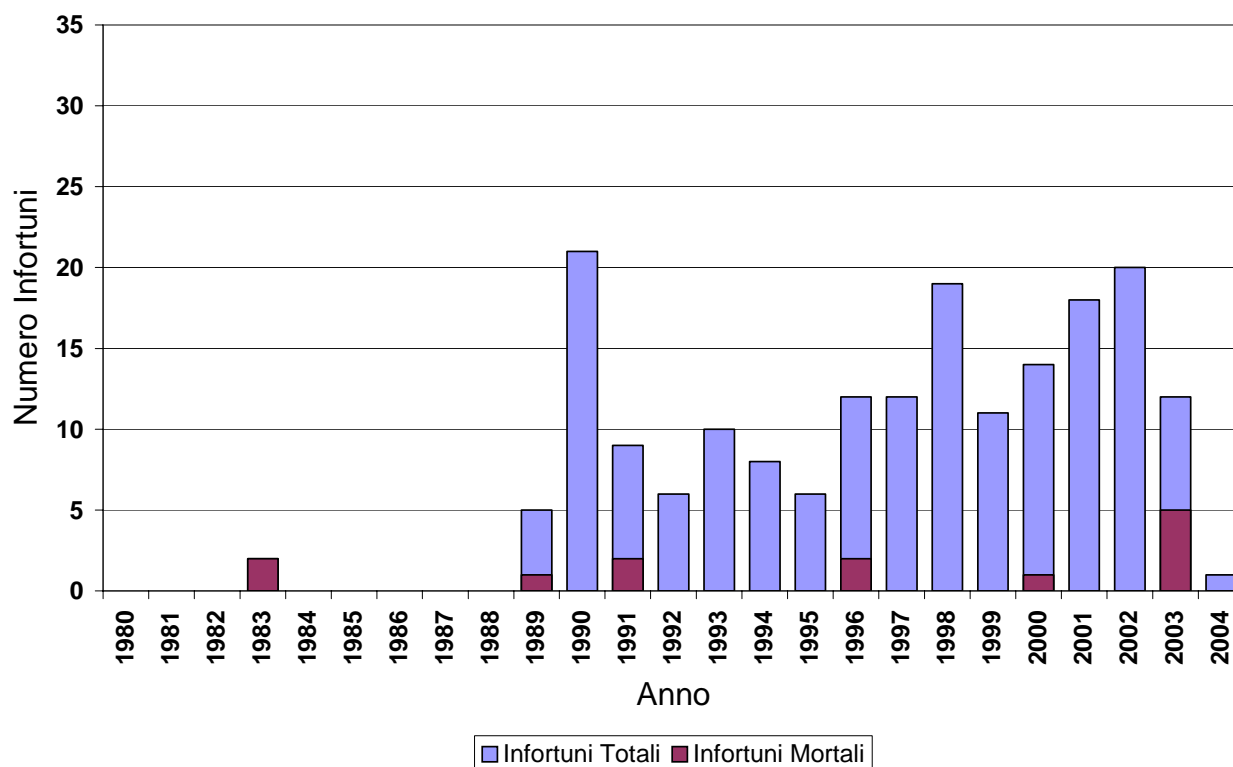
Campione esaminato

I dati raccolti si riferiscono agli infortuni catalogati come gravi, cioè caratterizzati da effetti permanenti quali lesioni invalidanti o morte, da una degenza di durata superiore ai 40 giorni oppure, se di durata inferiore, infortuni sottoposti a specifica inchiesta (perché le modalità dell'infortunio indicavano evidenti violazioni delle norme) o approfondimento (per esempio: perizia tecnica).

Gli infortuni si riferiscono al periodo 1983-2004; fra gli eventi meno recenti si è ritenuto importante mantenere inclusi in questa casistica gli infortuni mortali.

Si può ritenere che questo campione sia tuttora significativo del rischio infortunistico dell'attività: questi eventi costituiscono tuttora delle criticità di rischio a cui dare una risposta di prevenzione.

Figura 3.1. Acciaieria. Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali negli anni. Unità produttive 21. Infortuni selezionati 188. Infortuni mortali 13



Occorre precisare che il numero degli infortuni gravi distribuito nei vari anni non è rappresentativo dell'andamento del fenomeno infortunistico (a questo proposito si vedono gli indici di frequenza trattati nel Capitolo 1), ma è più semplicemente il risultato degli eventi recenti selezionati per questa analisi.

Analisi degli infortuni

E' stata sviluppata un'analisi degli infortuni rivolta in particolare a mettere in evidenza gli elementi utili a individuare il profilo di rischio infortunistico del comparto e gli elementi utili alla prevenzione.

Informazioni quali la gravità dell'infortunio (non sempre disponibile in termini completi in assenza di prognosi definitiva al momento dell'indagine e dato condizionato anche dal tipo di assistenza sanitaria) e la presenza di lesioni permanenti o invalidanti (spesso il risultato di criteri non obiettivi e limitati di valutazione delle conseguenze dell'infortunio) sono stati raccolti, ma non vengono restituiti in questo testo.

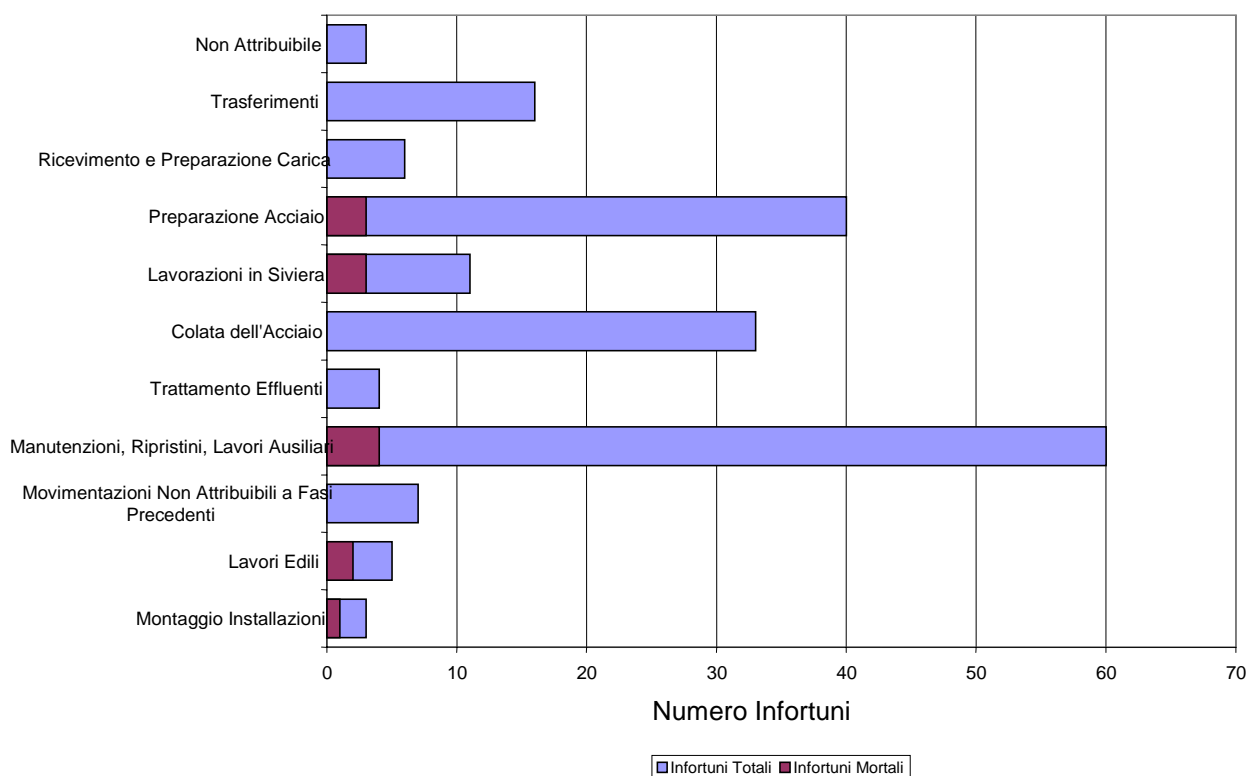
Elementi quali la natura della lesione e la sede della lesione vengono evidenziati nei casi risultino di particolare evidenza in relazione alle lavorazioni e consentano di evidenziare i bersagli dell'infortunio e di selezionare correttamente i dispositivi di protezione individuale.

Distribuzione per fase di lavorazione

Gli infortuni vengono distinti per “macro” fase di lavorazione, che comprende diverse fasi di lavorazione specifiche, omogenee tra di loro eseguite in stretta sequenza o comunque affiancate fisicamente nella struttura produttiva (si veda lo schema a blocchi individuato nel Capitolo 2).

La visualizzazione degli infortuni gravi suddivisi per fase di lavorazione costituisce immediatamente e molto semplicemente un formidabile strumento di analisi della gravità del rischio infortunistico e dell'importanza di allocare le risorse di prevenzione.

Figura 3.2. Acciaieria.
Distribuzione degli infortuni selezionati e degli infortuni mortali per “macro” fase di lavorazione



Infortuni personale dipendente e infortuni personale ditte esterne

La Figura 3.3 riporta gli infortuni selezionati ed evidenzia quelli occorsi a dipendenti esterni (somma di eventi mortali e non mortali) suddivisi per “macro” fase di lavorazione.

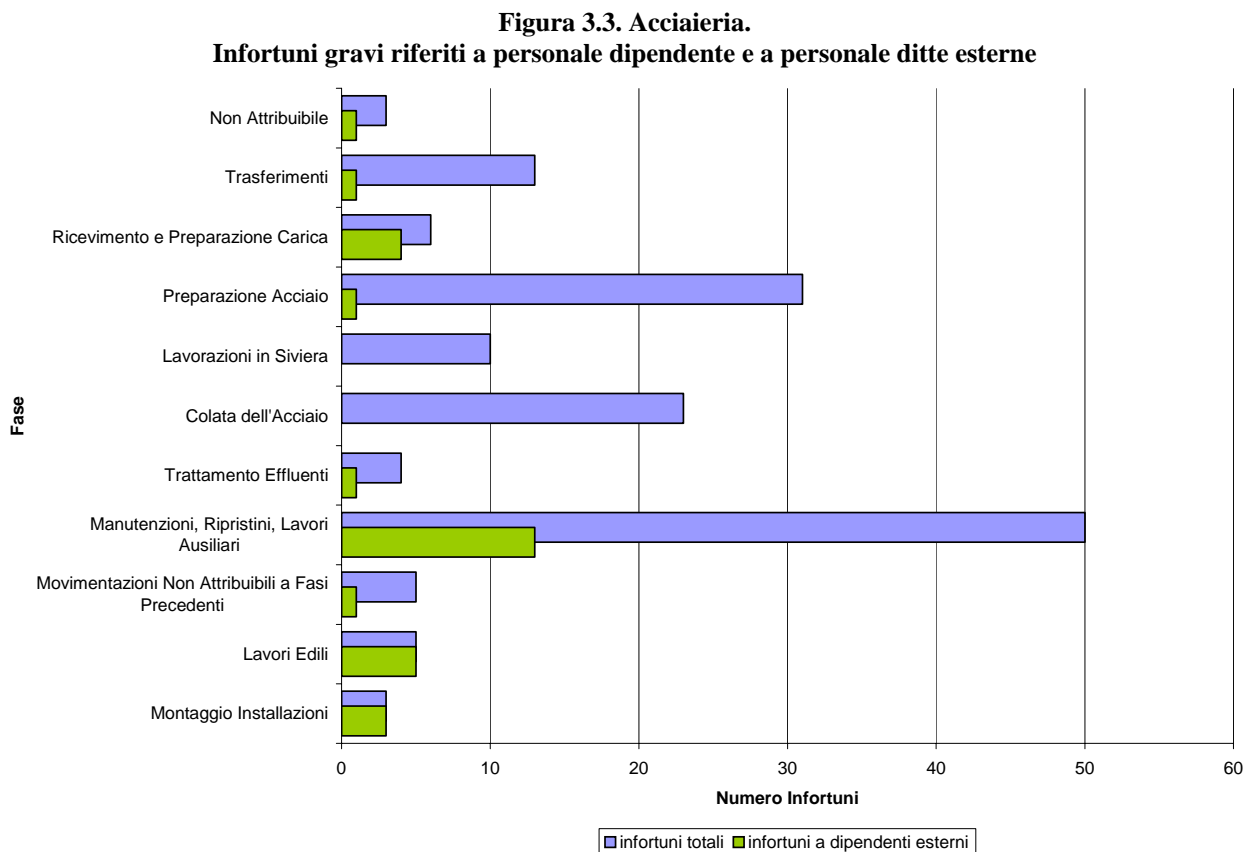
In questa elaborazione, per evitare una lettura non corretta del risultato, nell'attribuire gli infortuni sono stati esclusi gli eventi che derivano da indagini condotte esclusivamente per addetti dipendenti.

Viene restituita una fotografia della presenza di addetti esterni e l'importanza relativa del fenomeno che coinvolge personale esterno, in modo praticamente esclusivo (lavori edili, montaggio installazioni, installazioni elettriche) e in misura parziale (ricevimento materie prime, stoccaggio prodotto, movimentazioni materiali, manutenzioni e ripristini).

Risulta evidente come le fasi “collaterali” al ciclo produttivo risultino quelle in cui si osservano numerosi eventi infortunistici che coinvolgono il personale esterno.

E’ interessante osservare che questi addetti intervengono, e subiscono eventi gravi, nelle fasi che prevedono movimentazione delle materie prime e del prodotto finito.

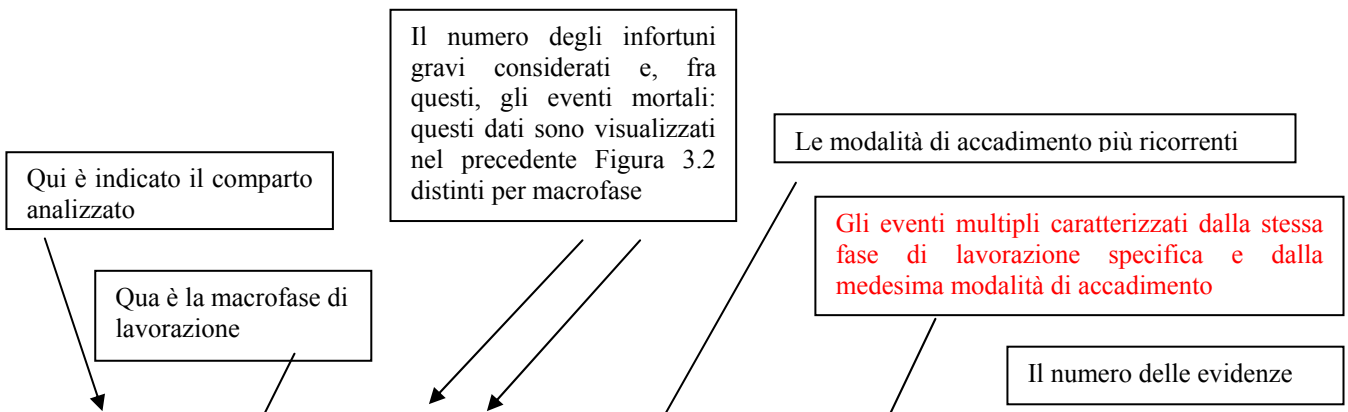
Questi dati ricordano quindi la estrema difficoltà di organizzare e praticare una prevenzione efficace, in quanto si tratta delle attività più discontinue e quindi difficili da leggere; inoltre le persone che intervengono sono dipendenti esterni, quindi coinvolti in misura marginale.



Letture delle evidenze infortunistiche del comparto

- Individuo la macrofase (la cui importanza si legge nella precedente Figura 3.2 dove gli infortuni sono suddivisi per fase di lavorazione);
- individuo le modalità di accadimento (cioè le dinamiche) più ricorrenti
- individuo gli eventi multipli, cioè le ripetizioni che si sono verificate in corrispondenza alla stessa fase di lavorazione specifica con medesima modalità di accadimento.


ACCIAIERIA	188	13		
Infortuni per macrofase	n	n†	EVIDENZE	n
			Analoghe modalità di accadimento	
			Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	
Trasferimenti	16	--		
			Traumi durante il movimento	15
			Trasferimenti a terra in reparto	
			Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	7



Nella successiva Tabella 3.1, le due caratteristiche:

- modalità di accadimento
 - coppia fase di lavorazione - modalità di accadimento ripercorrono due volte lo stesso totale
- concorrono a selezionare gli infortuni evidenti che costituiscono la stima più precisa e accurata dei rischi infortunistici suddivisi per fase di lavorazione e restituiscono le situazioni di massimo rischio emerse negli anni.



Queste tipologie di infortunio sono evidenziate con  e sono stati considerati come *rischi infortunistici* riferiti alla specifica fase lavorativa.

Insieme a queste evidenze sono stati comunque considerati gli infortuni mortali e altri eventi particolari per evitare di perdere informazioni e ragionamenti, che sono stati perfezionati con scheda di approfondimento nella successiva analisi per fase di lavorazione.

Tabella 3.1. Acciaieria. Evidenze infortunistiche

ACCIAIERIA	188	13		
Infortuni per macrofase	n	n†	EVIDENZE Analoghe modalità di accadimento Eventi multipli con stessa fase e con medesima modalità	n
Trasferimenti	16	--		
			Traumi durante il movimento	15
			Trasferimenti a terra in reparto Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	7
			Trasferimenti a terra in reparto Urto/ caduta/ scivolamento in piano	4
			Trasferimenti a terra in reparto Caduta da luoghi elevati	2
			Salita e discesa da carroponte Scivolamento durante salita/ discesa delle scale	2
Preparazione carica	6	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	4
			Scarico rottame da autocarro Schiacciamento durante manovre eseguite col magnete	2
Preparazione acciaio	40	3		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	24
		2	Trasferimento con carroponte della cesta di carica Investimento da parte del rottame in seguito a urto della cesta	2
			Preparazione dell'elettrodo Schiacciamento fra l'elettrodo movimentato e struttura fissa	2
		1	Operazioni di controllo al termine affinazione Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	1 5 inf.
			Operazioni manuali realizzate alla porta del forno Investimento da parte di materiale ustionante	2
			Operazioni realizzate alla porta del forno Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	9
			Bussaggio Investimento da parte di materiale ustionante	3
Lavorazioni in siviera	11	3		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	8
			Operazioni alla porta del forno siviera durante l'affinazione Investimento da parte di materiale ustionante	3
		2	Operazioni di scorifica Esplosione e proiezione dovuta alla sovrappressione	1 2 inf
		1	Movimentazione siviera Tracimazione e investimento da parte di materiale ustionante	1
Colata	33	--		
			Investimento da parte di materiali ustionanti	11
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	10
			Posizionamento della siviera Schiacciamento contro i supporti	2
			Apertura scaricatore e inizio colata Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	2
			Conduzione della colata, estrazione della scoria, chiusura di linea Investimento da parte di materiale ustionante	3
			Movimentazione placche e colonne Schiacciamento nelle operazioni di messa in tiro	2
			Preparazione placche Schiacciato da placca urtata/ trascinata dalla gru	2
Trattamento effluenti	4	--		
			Versamento scoria Investimento da materiale ustionante dopo esplosione	2

Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari	60	4		
			Traumi durante il movimento	14
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento e trasporto	13
			Dinamica concernente impianti, macchine	12
			Maneggio o contatto con materiali	9
		1	Manutenzione di carrello elevatore Rovesciamento del carico e investimento	1
			Pulizia e raccolta scarti Caduta/ scivolamento durante salita/ discesa dislivelli	3
			Pulizia delle parti superiori del forno e raccolta scarti Caduta da luoghi elevati	2
			Manutenzione meccanica e riparazione forno Caduta sull'impianto e in fosse sottostanti	2
		2	Manutenzione meccanica e riparazione forno Asfissia da argon	1 2 inf
			Manutenzione meccanica e riparazione forno Lesione da sforzo per movimento e posizionamento	2
			Manutenzione macchina di colata continua Uso di attrezzi manuali	2
			Manutenzione macchina di colata continua Contatto con parti in movimento della macchina	4
			Manutenzione carro ponte Schiacciamento in manovre di posizionamento	2
			Manutenzione carro ponte Schiacciamento fra carro ponte e strutture capannone	4
			Impiego di macchine utensili Contatto con utensili in movimento	2
		1	Movimentazioni attribuibili alla manutenzione Investito dal mezzo di trasporto o dal carico	2
Altre movimentazioni	7	--		
			Dinamica concernente mezzi di sollevamento	5
			Movimentazioni con macchinari a terra Lesioni in seguito a urti e ribaltamento	2
Lavori edili, montaggi	8	3		
			Traumi durante il movimento	5
		1	Caricamento di macchine edili su rimorchio Caduta da posizione elevata	
		1	Lavori di montaggio in quota Caduta da copertura e ponteggio	2
		1	Installazione di componenti impiantistici al forno Investito da carro ponte	1
Non attribuibili	3			

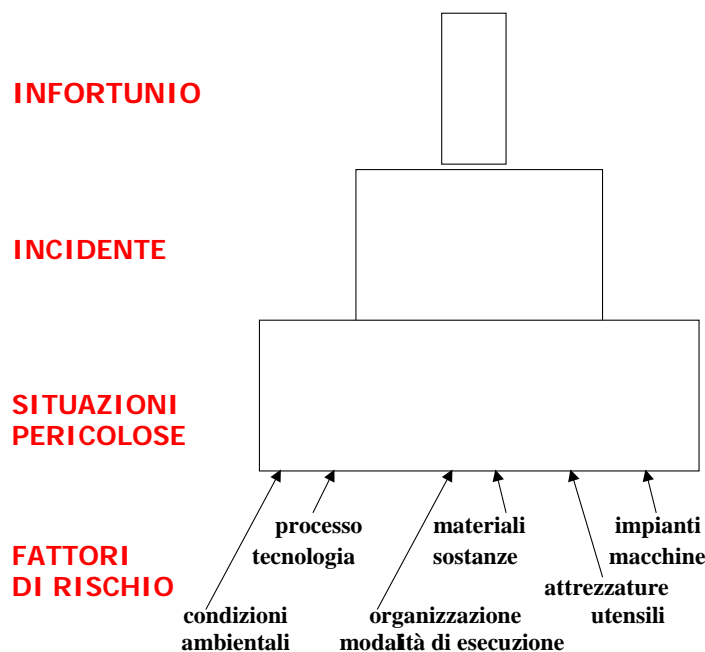
Discussione dei fattori di rischio

Gli infortuni gravi già verificatisi costituiscono la più importante banca dati, che il tempo ha reso disponibile, su cui concentrare gli sforzi di prevenzione. In alcuni comparti è stato possibile condurre un lavoro sistematico: ogni evento è stato analizzato e discusso in specifiche riunioni e sopralluoghi, coinvolgendo i responsabili delle attività produttive, i rappresentanti dei lavoratori e i servizi di prevenzione. In altri casi, le informazioni sono state ricavate dalle indagini infortunistiche o da specifiche perizie tecniche.

Queste puntuali informazioni, con le quali è possibile costruire una concreta rete di interventi di prevenzione calibrati sui rischi che si sono evidenziati nelle situazioni storiche analizzate, vengono recepite nelle schede dei paragrafi “Interventi” sviluppati per ogni fase di lavorazione.

La convinzione che sta alla base di un corretto approccio infortunistico è la seguente: ogni singolo infortunio è la parte emergente di un fenomeno che vede la sua base costituita da una serie di eventi (malfunzionamenti degli impianti, guasti, incidenti senza lesioni per le persone, in sintesi condizioni di anomale liberazione di energia) che solo saltuariamente dà origine a un incidente e che, a loro volta, solo con determinate condizioni comportano lesioni per le persone e si evidenziano come infortunio (Figura 3.4).

Figura 3.4. Piramide degli eventi infortunistici, regolata dalla probabilità e dalla dimensione del danno



Considerando l'interesse prevalente dei profili di rischio rivolto alla prevenzione, si è posta particolare attenzione alla discussione delle condizioni preliminari, definite *fattori di rischio*, utilizzando una griglia di classificazione che innanzitutto li suddivide in gruppi di natura diversa:

- strutture e spazi (SS)
- condizioni ambientali (CA)
- impianti e macchine (IM)
- movimentazione meccanica (MM)
- attrezzature e utensili (AU)
- procedure organizzative (PO)
- dispositivi di protezione personale (PP)

Osservando i fattori di rischio suddivisi per le diverse macrofasi di lavorazione del comparto Acciaieria (successive Tabella 3.2 e Figura 3.5), si possono introdurre alcune considerazioni sintetiche.

1.

Il gruppo dei fattori di rischio riferito alle *Procedure Operative* comprende al suo interno elementi di formazione, informazione, che negli ultimi anni, in particolare con il DL 626/94 hanno avuto una attenzione sempre più elevata.

E' interessante osservare come questo aspetto emerge con il dovuto rilievo anche nelle analisi infortunistiche condotte all'inizio degli anni '90, nel periodo in cui sono state messe a punto le modalità di analisi di questi infortuni.

Questi fattori riferiti alle *Procedure Operative* si evidenziano in particolare per le fasi di Manutenzione, pulizia, ripristini e lavori ausiliari.

2.

Per alcune lavorazioni importanti e centrali per il comparto si evidenzia un importante mix riferito a molteplici gruppi di fattori di rischio, a indicare la complessità dell'intervento di prevenzione.

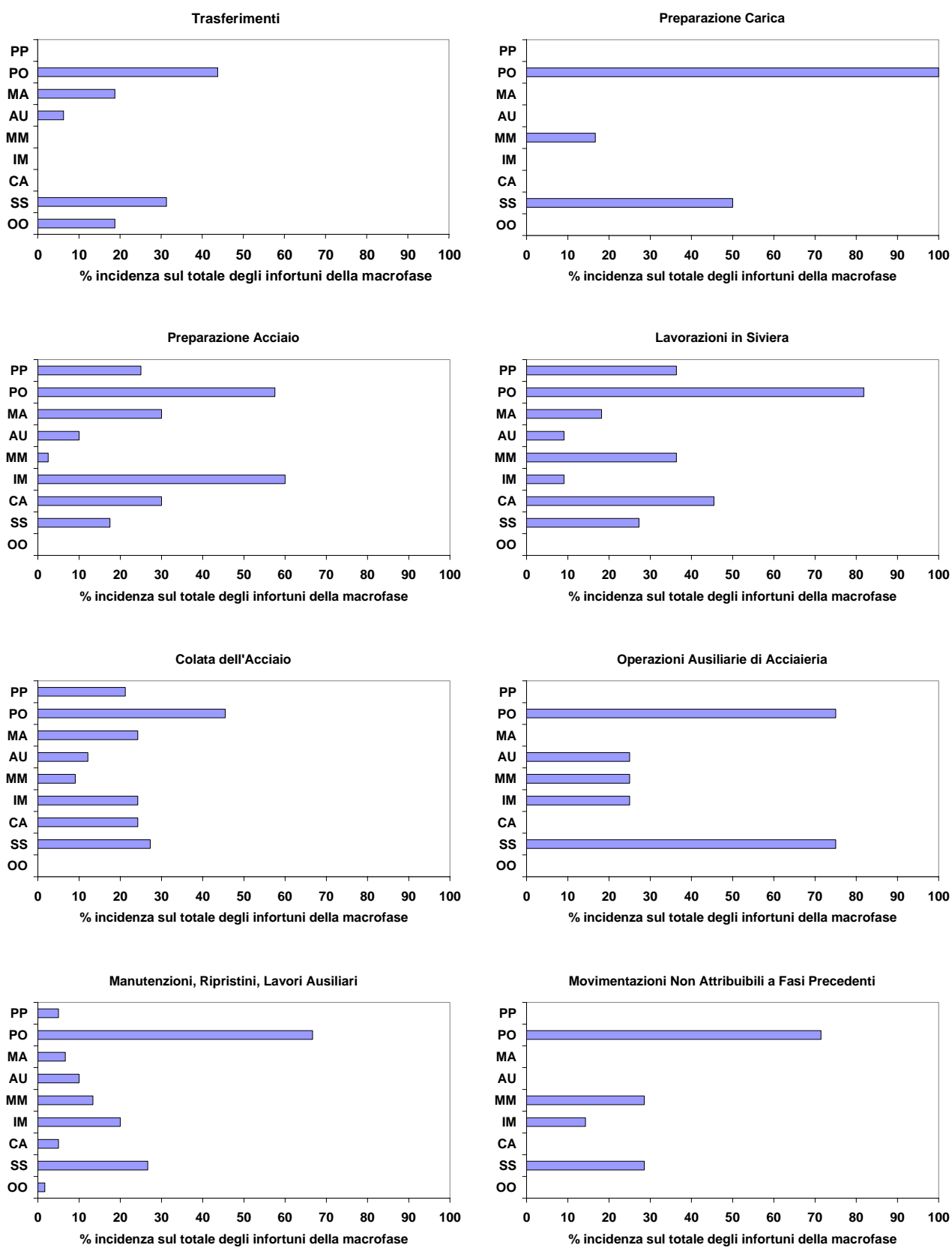
Tabella 3.2. Acciaieria. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase

ACCIAIERIA		% di incidenza sul totale degli infortuni della macrofase								
		Fattori di Rischio								
Macro Fase	N° infortuni	OO	SS	CA	IM	MM	AU	MA	PO	PP
Non Attribuibile	3	67	0	0	0	33	0	0	0	0
Trasferimenti	16	19	31	0	0	0	6	19	44	0
Preparazione Carica	6	0	50	0	0	17	0	0	100	0
Preparazione Acciaio	40	0	18	30	60	3	10	30	58	25
Lavorazioni in Siviera	11	0	27	45	9	36	9	18	82	36
Colata dell'Acciaio	33	0	27	24	24	9	12	24	45	21
Operazioni Ausiliarie di acciaieria	4	0	75	0	25	25	25	0	75	0
Manutenzioni, Ripristini, Lavori Ausiliari	60	2	27	5	20	13	10	7	67	5
Movimentazioni Non Attribuibili a Fasi Precedenti	7	0	29	0	14	29	0	0	71	0
Lavori Edili	5	20	40	0	40	0	20	20	60	40
Montaggio Installazioni	3	0	67	0	0	0	0	0	100	0

Legenda

SS	Strutture e Spazi	AU	Attrezzature e Utensili
CA	Condizioni Ambientali	MA	Manutenzione
IM	Impianti e Macchine	PO	Procedure Operative
MM	Movimentazione Meccanica	PP	Protezioni Personali

Figura 3.5. Acciaieria. Incidenza (%) dei diversi fattori di rischio sul totale degli infortuni della macrofase



3.1.2 Riferimenti legislativi

La raccolta delle informazioni riferite agli infortuni gravi ha consentito di individuare anche i “riferimenti legislativi” a corredo delle specifiche fasi di lavorazione per le diverse attività metallurgiche esaminate.

In questa premessa sono riportate due riflessioni che consentono di leggere in modo più corretto questi riferimenti:

- la prima riferita alla complessità del sistema introdotto con il D.L. 626/94, dove con lo stesso articolo vengono coinvolti e responsabilizzati soggetti diversi;
- la seconda riferita alla necessità di introdurre diverse filosofie di prevenzione con riferimento ai diversi regimi con cui viene utilizzata una macchina che presenta zona pericolosa di intervento.

Correlazione dei rischi infortunistici con le inadempienze a norme di legge

Il D.P.R. 547/55 ha una “struttura” di tipo “comanda e controlla”, ovvero la stessa norma individua minuziosamente i requisiti che devono possedere i luoghi e le attrezzature di lavoro e stabilisce le relative sanzioni per i trasgressori.

Il D.Lgs. 626/94 ha introdotto una nuova “filosofia” della prevenzione basata sulla responsabilità diffusa e l’autoregolazione: i soggetti chiamati a vario titolo a operare per migliorare la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro sono molteplici: datori di lavoro, dirigenti e preposti (Art. 4), lavoratori (Art. 5), progettisti, fabbricanti, fornitori e installatori (Art. 6), appaltatori o prestatori d’opera (Art. 7) servizio di prevenzione e protezione (Art. 8) medico competente (Art. 17).

Inoltre il processo di individuazione e valutazione dei fattori di rischio deve risultare specifico per ogni singola attività produttiva e le azioni di prevenzione riguardano non solo gli aspetti tecnici, in buona parte già delineati dai D.P.R. 547/55, D.P.R. 303/56 e dalle Norme tecniche, ma anche le componenti organizzativa e umana.

A fianco alle direttive CE recepite dal D.Lgs. 626/94, di tipo prettamente sociale, si innestano anche le “direttive di prodotto”; in questo ambito assume particolare rilievo la “direttiva macchine” recepita con il D.P.R. 459/96 (Art. 35 D.Lgs. 626/94).

Alla luce di quanto sopra detto, a fronte di specifiche carenze antinfortunistiche si prefigura un quadro di violazioni normative e di conseguenti responsabilità, alquanto diversificato, qualora si applichi il D.P.R. 547/55 (Tabella 3.3) o il D.Lgs. 626/94 (Tabella 3.4); il tutto è meglio evidenziato nell’esempio riportato riferito alla fase di caricamento di un forno di riscaldamento, in cui si riscontri la mancanza di schermi o barriere a parti in movimento.

Tabella 3.3. Esempio di applicazione del DPR 547/55

Area riscaldamento Fase: caricamento billette	Rischio	Possibili violazioni D.P.R. 547/55	Responsabili
Condizione Mancanza di schermi o barriere a parti in movimento (ribaltatori, trasferitori)	Schiacciamento Intrappolamento	Art. 41 Assenza / carenza di protezioni delle macchine Art. 48 pulizia, ingrassaggio di organi in moto Art. 375 Riparazione e manutenzione con organi in movimento o senza ulteriori cautele	Datori di lavoro e dirigenti

Tabella 3.4. Esempio di applicazione del DPR 547/55 e di legislazione successiva

Area riscaldamento Fase: caricamento billette	Rischio	Possibili violazioni D.Lgs. 626/94 D.P.R. 459/96	Responsabili
Condizione Mancanza di schermi o barriere a parti in movimento (ribaltatori, trasferitori)	Schiacciamento Intrappolamento	Art. 4 valutazione del rischio carente / assente Art. 5 utilizzo non corretto da parte dei lavoratori Art. 22 / Art. 38 carente formazione / addestramento Art. 35 attrezzature non idonee ai fini della sicurezza Art. 6 progettazione, realizzazione, installazione non conforme ai requisiti essenziali di sicurezza (D.P.R. 459/96)	Datore di lavoro Lavoratori Datori di lavoro, dirigenti e preposti Datori di lavoro, dirigenti e preposti Progettisti, fabbricanti e installatori

Logica di prevenzione in corrispondenza ai diversi regimi di attività

Le inadempienze legislative, per ottenere un efficace riscontro, devono per quanto possibile essere contestualizzate con riferimento alle condizioni richieste dall'attività.

Di seguito sono esemplificati in maniera schematica i requisiti e le condizioni di prevenzione in corrispondenza a diversi regimi di lavorazione.

REGIME: NORMALE FUNZIONAMENTO

Esempi

- marcia automatica di macchina complessa
- stazione di lavoro governata da robot o manipolatori
- manovre in zona pericolosa con funzionamento bloccato

Requisito

Non deve essere possibile, anche in caso volontario o di distrazione o di errore, intervenire nella "zona pericolosa" e/o giungere a contatto con il componente pericoloso

Prevenzione

È la condizione più "semplice" da governare:

- dispositivi di protezione attivi

REGIME: INTERVENTI NON CONTINUATIVI

Esempi

- interventi di avvio e di regolazione
- interventi dopo malfunzionamenti e guasti

Requisito

Deve essere possibile intervenire nella "zona pericolosa" senza giungere a contatto con il componente pericoloso

Prevenzione

Si tratta di condizione più complessa da governare in quanto deve tenere conto della necessità di intervento in zona pericolosa e, in alcune situazioni, di coordinamento fra operatori

- dispositivi di protezione esclusi: impianto "messo in sicurezza"
- marcia manuale, marcia a impulsi, marcia lenta
- operatore singolo: posizioni di manovra protette
- più operatori: visibilità e comunicazione

REGIME: MANUTENZIONE

Esempi

- controllo delle condizioni di usura dell'impianto
- lubrificazione, controllo dei fluidi di servizio
- sostituzione di componenti

Requisito

Impianto completamente fermo

Parte di impianto completamente fermo e messa in sicurezza delle altre parti

Prevenzione

Condizioni analoghe al regime precedente, in genere caratterizzate da possibilità di programmazione

- dispositivi di protezione esclusi
- messa in sicurezza di eventuali organi pericolosi (caldi, taglienti ...)
- impossibilità di avviamento impianto da posizione remota (es. selettore modale a chiave)
- idonee attrezzature / utensili
- procedure operative e addestramento

REGIME: GUASTI, EMERGENZE

Esempi

- fuoriuscita del materiale dal percorso di lavorazione
- avaria sistema di raffreddamento
- esplosioni chimiche o fisiche nel reattore o nei sistemi di aspirazione

Requisito

Dispositivi resistenti alle sollecitazioni meccaniche e ambientali

Prevenzione

In queste condizioni le protezioni devono garantire il contenimento dell'energia impropriamente liberata rispetto alle posizioni occupate dagli operatori e la possibilità di intervento degli stessi nel porre sotto controllo la situazione

- dispositivi di protezione esclusi
- comandi identificati chiaramente
- "messa in sicurezza" dell'impianto fattibile e semplice
- procedure operative e addestramento

3.1.3 Valutazione esposizione a inquinanti aerodispersi

La caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso nell'ambiente di lavoro siderurgico e la correlazione con patologie di tipo polmonare e riferite ad altri apparati e sistemi sono state ampiamente ricercate.

In anni recenti l'International Labour Organisation di Ginevra (*Encyclopaedia of Occupational Health*) segnala la scarsa utilizzabilità di molte ricerche e la necessità di revisioni, soprattutto perché gli studi sono stati effettuati nell'ambito della metallurgia primaria e si riferiscono a sistemi di produzione e a organizzazione del lavoro che possono avere subito profonde modificazioni.

Con riferimento alla situazione italiana già dagli anni '80 sono stati messi a punto approfondimenti che hanno riguardato in particolare l'esposizione a sostanze cancerogene per le quali sono utilizzabili matrici esposizione /mansione, recentemente verificate in funzione delle sostanze presenti in ambiente di lavoro e risultate tuttora significative.

Tabella 3.5. Acciaieria elettrica. Matrice sostanze cancerogene/ area di esposizione (riferita a siderurgia elettrica anni '80)

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	+	+	++	++
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^{a,b**}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a
Nichel e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Cadmio e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Piombo e composti	+ ^{a,b}	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	+ ^a
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	++	++	++	+	+	++
Berillio e composti	-	-	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	-	+ ^d	-	-	+ ^d
Fibre minerali	+	-	+	+	+	+	++	++

Note
* 1) area preparazione rottame; 2) area movimentazione rottame; 3) area forno; 4) area servizi forno; 5) area colata continua; 6) area colata in fossa; 7) area rifacimenti; 8) area manutenzione.
** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magnesiaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Tabella 3.6. Laminatoio a caldo. Matrice sostanze cancerogene/ area di esposizione (riferita a siderurgia elettrica anni '80)

	1*	2	3	4	5	6	7	8
Asbesto	+	-	+	+	-	++	++	-
Arsenico e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo e composti	+ ^{a**}	-	+ ^a	+ ^a	-	+ ^c	+ ^a	-
Nichel e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+	-
Cadmio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Piombo e composti	+ ^a	-	+ ^a	+ ^a	-	-	+ ^a	-
Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi	+	-	+	++	+	-	++	++
Berillio e composti	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiazioni ionizzanti	-	-	-	+ ^d	+ ^d	-	-	-
Fibre minerali	+	-	+	+	-	++	++	-

Note
* 1) area condizionamento; 2) area magazzino; 3) area fomi di riscaldamento; 4) area laminazione e forniture a caldo; 5) area finitura a freddo; 6) area rifacimenti; 7) area manutenzione; 8) rettificatori.
** a) nel caso di produzione di acciai legati con il metallo indicato; b) come impurezze nel rottame; c) nel caso di utilizzo di refrattari cromo-magnesiaci; d) nel caso di utilizzo di controlli a radiazioni.

Osservazioni alle Tabelle precedenti:

- "Catrame, nerofumo, oli minerali e prodotti di pirolisi": meglio identificare la frazione di "Idrocarburi policiclici aromatici"
- Acciai al piombo: ora, stante le tecnologie utilizzate, esposizione da riferire solo alla solidificazione in lingottiera

In questa valutazione si fa riferimento ad ambienti di lavoro indagati più recentemente (principalmente riferiti agli anni '90), senza perdere di vista le esposizioni che si sono consolidate negli anni precedenti e che possono conservare ancora un valore di attualità e di utilizzabilità in particolare per restituire il profilo di rischio interessante ai fini del riconoscimento di malattie professionali.

Va tenuto presente che in molte realtà, data la contiguità e la presenza nello stesso reparto di lavorazioni diverse, si possono avere sovrapposizioni di inquinamenti di differente provenienza; in particolare è questa la condizione prevalente dei lavoratori addetti ai ripristini e alle manutenzioni. E' evidente peraltro che le condizioni di esposizione di questi addetti dipendono in modo estremamente differenziato dalle modalità adottate per i lavori di manutenzione, a seconda che questi vengano svolti o meno durante le interruzioni del ciclo lavorativo e che gli addetti operino in reparti separati oppure nei reparti di produzione.

Fattori di rischio potenziali

Lo studio dei cicli di lavorazione, la composizione delle materie prime utilizzate e dei sottoprodotti della lavorazione, la tipologia dei prodotti realizzati consentono di individuare un profilo di rischio specifico per le diverse attività metallurgiche.

Con queste informazioni preliminari, eventualmente integrate dai risultati delle analisi sulle polveri sedimentate in aree non perturbate, quindi significative delle effettive ricadute in ambiente, è possibile nelle diverse realtà procedere a quantificare il rischio con campionamenti ambientali e campionamenti personali.

Per una più corretta caratterizzazione del rischio, si è puntato a selezionare i risultati che derivano da successive campagne di monitoraggio, in grado di raccogliere dati rappresentativi e omogenei e che consentono di esprimere valutazioni non solo sulle concentrazioni più rappresentative, ma anche sulla variabilità dell'inquinamento.

Il comparto siderurgia, in alcuni casi, semplifica la difficoltà di eseguire i campionamenti, in quanto opera a ciclo continuo e con ripetizioni cicliche della stessa fase lavorativa: quindi è possibile avere a disposizione la possibilità di effettuare ripetizioni dei campionamenti, consentendo di costruire con minori difficoltà logistiche una stima dell'esposizione.

Nella Tabella 3.7 sono ricordati gli effetti critici, riscontrabili nel caso di esposizioni croniche, implicati dalle sostanze presenti nell'ambiente di lavoro siderurgico, identificando gli apparati e/o i sistemi bersaglio su cui sono basati i TLV ACGIH.

Tabella 3.7. Sostanze aerodisperse nell'ambiente della siderurgia, in relazione agli apparati/sistemi bersaglio

SOSTANZA	CANC IARC	APPARATO/ SISTEMA						
		RESP	DIGE	RENA	CARD	EMOP	NERV	CUTE
Polverosità		*						
Silice cristallina	2A	*						
Alluminio		*						*
Cadmio	1			*				
Cromo (metallo e Cr III)	3	*	*					*
Manganese		*					*	
Nichel	1							*
Ossido di ferro		*						
Piombo	2B				*	*	*	
Rame		*	*	*		*		*
Stagno		*						*
Zinco			*					*

RESP = Respiratorio
NERV = Nervoso

DIGE = Digerente
CUTE = Cutaneo

RENA = Renale
CANC = Cancerogeno

CARD = Cardiocircolatorio
EMOP = Emopoietico

La valutazione quantitativa dell'esposizione a inquinanti aerodispersi e del rischio che ne consegue deve tenere conto inoltre di ulteriori elementi che hanno subito approfondimenti negli anni recenti.

Criteria di rischio

Per la valutazione dei risultati si è fatto riferimento, oltre che alla normativa italiana e comunitaria (definita per il piombo e per i fluoruri inorganici), ai criteri di rischio ACGIH, che hanno subito una evoluzione nel tempo a cui si riferiscono i dati raccolti.

Per consentire una lettura più agevole degli indici di rischio riferiti alle diverse sostanze in Tabella 3.8 viene riassunta l'evoluzione dei valori limite di soglia per le sostanze più significative coinvolte nell'attività di siderurgia secondaria.

**Tabella 3.8. Criteri di rischio adottati: TLV-TWA (mg/m³)
(segnalate in grassetto le progressive modifiche introdotte con gli aggiornamenti)**

SOSTANZE		ACGIH 1990	ACGIH 1994	ACGIH 1996	ACGIH 2004
Particelle non diversamente classificate (PNOC) (1)	Frazione inalabile (I)	10	10	10	10
	Frazione respirabile (R)	3	3	3	3 (2)
Fumi di ossidi di ferro (come Fe)		5	5	5	5 A4
Manganese elemento e composti inorganici (come Mn)	Fumi di Mn = 1		1	0,2	0,2
	Polveri e composti di Mn = 5				
Piombo elemento e composti inorganici (come Pb)		0,15 (2B IARC)	0,15 0,15 (IT)	0,05 A3	0,05 A3
Cadmio composti (come Cd)	Polveri di Cd = 0,01 (1 IARC)		0,01 A2	0,01 A2	0,002 (R) A2
	Fumi di Cd (R) = 0,002 (1 IARC)				
Nichel composti inorganici insolubili			1	1	0,2 A1
Cromo metallo e Cromo III		0,5	0,5	0,5	0,5 A4
Ossido di calcio		2	2	2	2
Carbonato e silicato di calcio		10			10
Silice cristallina: Quarzo (frazione respirabile R)		0,1 (2A IARC)	0,1		0,05 A2
Cristobalite (frazione respirabile R)					0,05 0,025 A2 (3)
Fluoruri inorganici (Come F)			2,5 (IT)		2,5 A4

(1) = come definite da ACGIH ("polveri inerti")

(2) = **frazione respirabile selezionata come indicato da ACGIH**

(3) = **avviso di proposta di modifica in ACGIH 2004**

(I) = **frazione inalabile**

(R) = **frazione respirabile**

Sostanze cancerogene:

classificazione IARC (gruppo 1, 2A, 2B)

categorie ACGIH (A1, A2, A3, A4)

(IT) = DL 626/1994

Metodi di prelievo

Con riferimento a indagini ambientali condotte in anni passati emerge la necessità di mettere in relazione concentrazioni rilevate con metodologie di prelievo che hanno subito evoluzione e affinamento.

Appare evidente che la frazione di polveri che occorre controllare dipende dalla regione dell'organo respiratorio il cui effetto patogeno si sviluppa. In particolare per le "Particelle non altrimenti classificate", cioè per le "polveri inerti", il metodo di prelievo è stato evoluto per meglio simulare l'effettiva tossicità: la "polvere totale" è stata sostituita dalla "frazione inalabile"; anche per la "frazione respirabile" sono state introdotte successive modifiche delle tecniche di prelievo.

Si pone quindi il problema di dare un significato a concentrazioni ottenute con metodi ritenuti ora superati e di mettere in relazione concentrazioni rilevate con metodologie diverse, per potere fare emergere l'effettiva evoluzione storica del profilo di rischio delle lavorazioni metallurgiche.

Per rileggere i dati riferiti alle "polveri totali" in termini di "frazione inalabile", tenendo conto dei primi studi comparativi condotti in ambiente industriale, vengono suggeriti i seguenti fattori di conversione:

- per processi a caldo (fusione e raffinazione metalli, fonderie, ecc.): fattore di conversione 1,5;
- polveri derivanti da miniere, cave, manipolazione/ trasporto di agglomerati in massa: 2,5;
- saldatura, fumi: 1,0.

In estrema sintesi: i sistemi di prelievo adottati per le "polveri totali" sono sostanzialmente sovrapponibili ai sistemi di prelievo delle "polveri inalabili" per quanto riguarda le particelle di dimensioni più fini, mentre non restituiscono pienamente la tossicità che deriva dalle particelle di dimensioni più elevate.

Le indagini a cui si fa riferimento con questo profili sono state condotte negli anni '90 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera.

Sono coinvolti circa 1700 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative.

In Tabella 3.9 vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.9. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	ADDETTI	PRODOTTO	PRESTAZIONE FORNO (t/h)	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n.*linee
				capacità (t)	potenza MVA(e)+MW(t)	asp (Nmc/h*1000) primaria + sec	chiusura		
1	310	acciai di base acciai di qualità	25-30 40	2x60 70	15 30+6	25 62+400	no modulo	no siviera	2x4
2	200	acciai di qualità	40	75	55+6	86	parziale	siviera	1x2
3	50	acciai speciali	15	30	11	100	no	siviera	lingotti
4	170	acciai di base acciai di qualità	40	80	36+8	80+240	modulo	LF	2x4
5	60	acciai speciali	10	30	10	72	no	LF+VD	lingotti
6	150	acciai di base	60	60	50+8	90+300	modulo	siviera	2x5
7	90	acciai di base	30-35	55	24+6	90+200	parziale	siviera	2x4
8	85	acciai di base	25-30	45	20+6	70+150	no	siviera	2x3
9	190	acciai di base	70-75	70	50+20	110+175	no	siviera	1x5
10	110	acciai di qualità acciai speciali	70	80	55+10	120+200	dog-house	LF+VD	1x3 lingotti
11	220	acciai di base acciai di qualità	20-25	2x60	18+3	72	no	LF	2x6

Si tratta di acciaierie all'epoca meno evolute:

- tempi di ciclo (tap to tap) lunghi: 100-180 minuti,
- produttività forno non elevata: 20-30 t/ ora,
- aspirazione solo dei fumi primari e reparto non segregato, neppure parzialmente,

e di acciaierie da ritenere all'epoca al vertice delle prestazioni:

- tempi di ciclo (tap to tap) ridotti: 40-60 minuti,
- produttività forno elevata: 60-80 t/ ora,
- presenza di aspirazione secondaria e forno segregato in modulo o dotato di dog-house.

Ora tutti gli impianti, tranne alcuni destinati esclusivamente alla solidificazione di lingotti, hanno introdotto le innovazioni tecnologiche che consentono di raggiungere le produttività più elevate, come già praticate in alcuni impianti del campione indagato.

Per il forno, cioè per la principale sorgente di inquinamento aerodisperso, vengono specificate le principali prestazioni e, in particolare, la presenza di impianto per la captazione dei fumi secondari e di segregazione del forno o del reparto. Si può immediatamente osservare che le condizioni dei reparti forno indagati sono significativamente diverse rispetto a quelle osservate nel recente campione di acciaierie, dove le complesse strutture di contenimento delle emissioni sono ora generalizzate.

Dal punto di vista dell'inquinamento aerodisperso queste chiusure implicano un peggioramento delle condizioni di lavoro in prossimità del forno, ma un significativo miglioramento delle condizioni delle aree adiacenti.

Composizione degli aerodispersi

Le composizioni degli aerodispersi riferite alle diverse aree indagate sono riportate in Tabella 3.10.

Tabella 3.10. Composizione (%) degli aerodispersi rilevati in acciaiera

	SiO ₂ (*)	Fe (**)	Mn (**)	Ni (**)	Cr (**)	Pb (**)	CaO (**)
Area forno							
Acciaiera 1	1,2-2,4	7,2-8,4	0,9-1,9	0,03	0,13	1,3-1,4	9,3-11,1
Acciaiera 2	1,0	5,2	2,4	0,03	0,11	0,6	10,5
Acciaiera 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaiera 5	1,5	0-9,3	6,7-12,2	.....	.....	0,4	5,5-8,1
Acciaiera 6	<1,0	10,1	3,4	0,1	0,1	1,1	18,7
Acciaiera 7	1,0	7,8	1,1	0,1	0,06	2,2	1,1
Acciaiera 9	1,7	12,6-32,2	1,4-5,7	0,03-0,09	0,06-0,14	0,3-0,4	13,7-35,9
Area fuori forno							
Acciaiera 1		29,0	2,6	0,06	0,11	0,4	18,6
Area colata							
Acciaiera 4	<1,0	0,9-19,8	0,4-7,5	.....	0-0,13	0,1-1,6	5,6-19,2
Acciaiera 3	<1,0	15,1	2,0	0,14	0,1	0,6	5,9
Acciaiera 8	<1,0	18,4	1,9	0,18	0,12	2,7	0,2
Acciaiera 9	<1,0	25,7	1,5	0,05	0,08	0,1	14,7
Area refrattari							
Acciaiera 7	4,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acciaiera 8	<1-13,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd

(*) composizione riferita alla frazione respirabile

(**)composizione riferita alla polvere totale

Per rileggere i successivi dati di “polveri totali” in termini di “frazione inalabile”, tenendo conto dei primi studi comparativi condotti in ambiente industriale, vengono suggeriti i seguenti fattori di conversione:

- per processi a caldo (fusione e raffinazione metalli, fonderie, ecc.): fattore di conversione 1,5;
- polveri derivanti da miniere, cave, manipolazione/ trasporto di agglomerati in massa: 2,5;
- saldatura, fumi: 1,0.

Nelle successive figure i dati riferiti alle esposizioni valutate per mansioni indagate in acciaierie diverse vengono sintetizzati con riferimento alla mediana e agli intervalli di dispersione individuati dai quartili, ricordando che in ambiente di lavoro la distribuzione che meglio riassume il comportamento delle concentrazioni di inquinanti è una distribuzione non simmetrica, chiamata lognormale.

Un metodo grafico efficace di rappresentazione è quello dei “diagrammi a scatola e baffi”. In questo tipo di diagrammi si possono riconoscere la scatola, i baffi, i punti esterni e la scala.

La linea interna alla scatola rappresenta la mediana (questo valore indica la concentrazione in corrispondenza al 50% dei dati, cioè che divide il gruppo di dati per metà), i lati inferiore e superiore della scatola sono i cardini, che corrispondono al 1° e 3° quartile (rispettivamente le concentrazioni in corrispondenza al 25% e al 75% dei dati); la scatola quindi, per definizione, include il 50% dei dati; i baffi inferiore e superiore indicano rispettivamente il 1° e il 99° percentile. I punti inferiore e superiore indicano i valori estremi misurati del gruppo di dati.

Questo modo di sintetizzare i dati consente di ottenere immediatamente delle informazioni:

- la posizione della mediana rispetto ai quartili, se centrale o se eccentrica, e il confronto tra la lunghezza dei baffi, informano se i dati sono disposti simmetricamente o meno rispetto al valore di tendenza centrale;
- la lunghezza dei baffi e la presenza di dati esterni informa se i dati sono concentrati o dispersi;
- è possibile controllare se sono presenti dati esterni sospetti (presumibilmente da riferire a situazioni particolarmente difformi nel contesto del comparto).

Tutte le aree

I prelievi personali hanno interessato 4 mansioni indagate in 3 acciaierie.

Nella Tabella 3.11 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le esposizioni personali, anche tenendo conto della ritaratura dei dati, non evidenziano condizioni particolari di rischio.

E' importante sottolineare che le indagini condotte nelle 11 acciaierie in tutte le aree non evidenziano esposizioni significative a carico dei metalli più tossici (Ni, Cr, Cd), in genere ai limiti della rilevabilità analitica, con alcune eccezioni solo per il nichel, anche nel caso di produzione di acciai legati e speciali.

Tabella 3.11. Tutte le aree. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	analista	0,94	0,38	0,000	0,028	0,018		0,000	0,003	0,161
4	capoturno	2,13	0,85	0,000	0,064	0,040		0,000	0,006	0,364
10	capoturno	2,71	0,81	0,000	0,133	0,020	0,001	0,001	0,009	1,624
11	capoturno	2,59	1,84	0,000	0,141	0,020	0,002	0,000	0,014	0,223

Preparazione rottame. Preparazione carica

I prelievi personali hanno interessato 10 mansioni indagate in 5 acciaierie.

Nella Tabella 3.12 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali. Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.6.

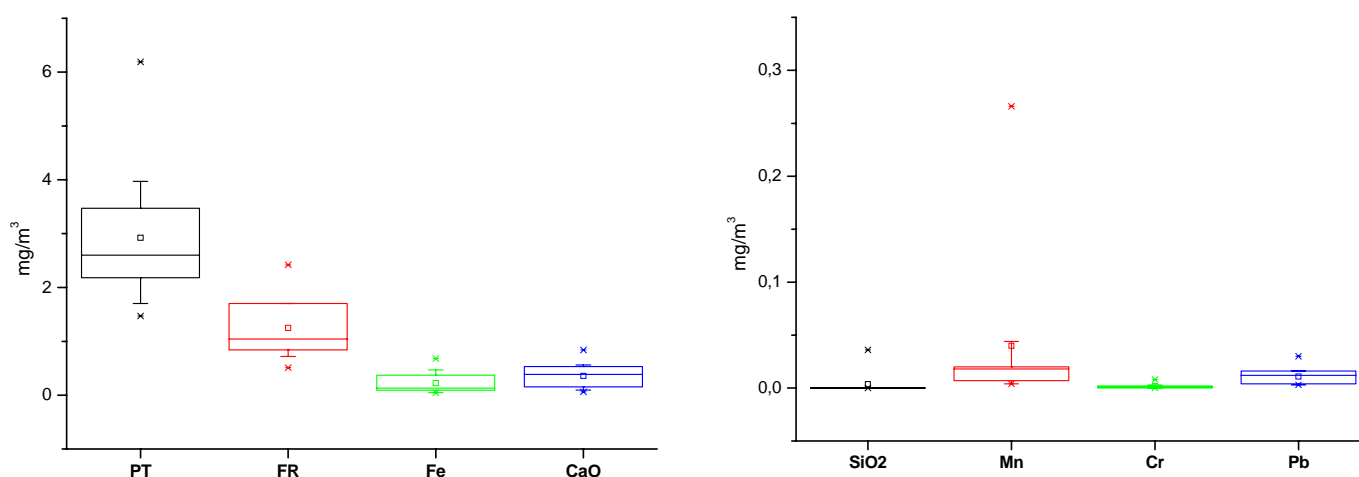
Le esposizioni personali indicano situazioni critiche (per PNOC e manganese) unicamente per la mansione di gruista di carica che opera in cabina carroponte in corrispondenza a un impianto in cui l'aspirazione secondaria del forno risultava ampiamente insufficiente.

Nelle recenti configurazioni i gruisti di carica utilizzano radiocomando per il movimento del carroponte e operano in cabina forno o da pulpiti protetti, risolvendo le problematiche dovute alla cabina carroponte.

Tabella 3.12. Area rottame. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti alle mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
4	gruista carica	2,60	1,04	0,000	0,047	0,044		0,000	0,003	0,385
5	gruista carica	3,97	2,42	0,036	0,369	0,266			0,016	0,322
9	gruista parco rottame	2,56		0,000	0,130	0,004		0,001	0,004	0,154
9	gruista parco rottame	2,18		0,000	0,190	0,020		0,002	0,030	0,840
9	pesatore vagoni	6,19		0,000	0,680	0,020		0,003	0,004	0,430
10	gruista di carica	1,70	0,51	0,000	0,098	0,007	0,001	0,002	0,007	0,532
10	gruista parco rottame	2,80	0,84	0,000	0,469	0,008	0,008	0,008	0,003	0,560
11	addetto gru carica	2,29	1,51	0,000	0,125	0,018	0,001	0,000	0,013	0,197
11	classificatore rottame	3,47	1,70	0,000	0,090	0,007	0,000	0,000	0,016	0,094
11	gruista parco rottame	1,47	0,72	0,000	0,046	0,004	0,000	0,000	0,012	0,062

Figura 3.6. Area rottame. Sintesi dei prelievi personali



Preparazione acciaio

I prelievi personali hanno interessato 24 mansioni indagate in 9 acciaierie.

Nella Tabella 3.13 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.8.

Vanno segnalate sporadiche situazioni di rischio per PNOC, Mn, Pb e calce. Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di “polvere totale”, l’analisi statistica ci consente di osservare che la frazione respirabile accettabile viene superata per un quarto delle mansioni indagate; risulta più ridotta la quota delle esposizioni a rischio per Mn e Pb.

L’origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto all’insufficiente controllo dei fumi secondari (in particolare durante la carica e lo spillaggio), a perdite che derivano dai nastri di trasporto additivi, agli interventi in prossimità della porta del forno e di pulizia della platea.

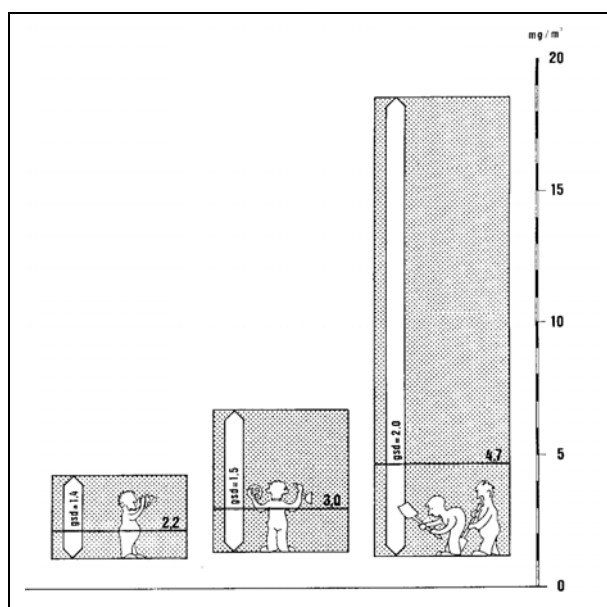
Le esposizioni degli addetti sono penalizzate da alcuni interventi, anche se di breve durata, effettuati in posizioni scarsamente o per nulla protette, piuttosto che dalla permanenza, per la maggior parte del tempo, in cabine o in reparto. Nelle condizioni impiantistiche tecnologicamente più evolute, si osservano ora in platea procedure di lavoro automatizzate che riducono il numero degli interventi vicino al forno; questa condizione migliorativa viene in parte penalizzata dalla maggiore frequenza degli interventi residui, dovuta alla riduzione dei tempi di ciclo del forno (Figura 3.7).

Tabella 3.13. Area forno. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
1	addetto al forno (forno 3)	4,53	1,81	0,022	0,390	0,086	0,001	0,006	0,059	0,503
1	addetto forno (forno 1 e 2)	2,75	1,10	0,026	0,199	0,025	0,001	0,004	0,039	0,256
1	contromaestro (forno 1 e 2)	1,59	0,64	0,015	0,114	0,014	0,000	0,002	0,022	0,148
1	contromaestro (forno 3)	2,21	0,88	0,011	0,190	0,042	0,001	0,003	0,029	0,245
1	primo al forno (forno 1 e 2)	1,97	0,79	0,019	0,142	0,018	0,001	0,003	0,028	0,183
1	primo al forno (forno 3)	1,20	1,20	0,014	0,258	0,057	0,001	0,004	0,039	0,333
2	addetto forno (forno 1 e 2)	4,70	1,88	0,019	0,244	0,113	0,001	0,005	0,028	0,494
2	contromaestro (forno 1 e 2)	2,20	0,88	0,009	0,114	0,053	0,001	0,009	0,013	0,231
2	primo al forno (forno 1 e 2)	3,00	1,20	0,012	0,156	0,072	0,001	0,003	0,018	0,315
4	addetto al forno	10,29	4,12	0,000	0,237	0,226		0,004	0,021	1,585
4	primo al forno	4,01	1,60	0,000	0,036	0,016		0,000	0,024	0,225
5	aiuto forno	5,09	1,31	0,020	0,473	0,341			0,020	0,412
6	secondo al forno	3,78	0,98	0,000	0,382	0,129	0,004	0,004	0,042	0,707
6	terzo al forno	1,61	0,42	0,000	0,163	0,055	0,002	0,002	0,018	0,301
7	primo al forno	3,78	1,63	0,016	0,295	0,042	0,004	0,002	0,083	0,042
7	secondo al forno	1,61	0,69	0,007	0,126	0,018	0,002	0,001	0,035	0,018
9	primo al forno	5,24	1,62	0,028	0,430	0,031		0,004	0,025	0,896
9	quarto al forno	7,64	2,37	0,041	0,490	0,087		0,005	0,025	1,820
9	secondo al forno	6,52	2,02	0,035	0,660	0,064		0,005	0,033	1,414
9	terzo al forno	5,03	1,56	0,027	0,440	0,055		0,003	0,025	1,386
10	fonditore	2,41	0,77	0,000	0,238	0,007	0,001	0,002	0,006	1,064
11	aiuto fonditore	2,45	1,62	0,000	0,172	0,013	0,001	0,000	0,017	0,304
11	capoforno	2,19	1,55	0,000	0,063	0,009	0,001	0,000	0,011	0,033
11	fonditore	2,87	1,89	0,000	0,156	0,022	0,002	0,000	0,016	0,247

Figura 3.7. Esposizione a PNOc in funzione delle mansioni.

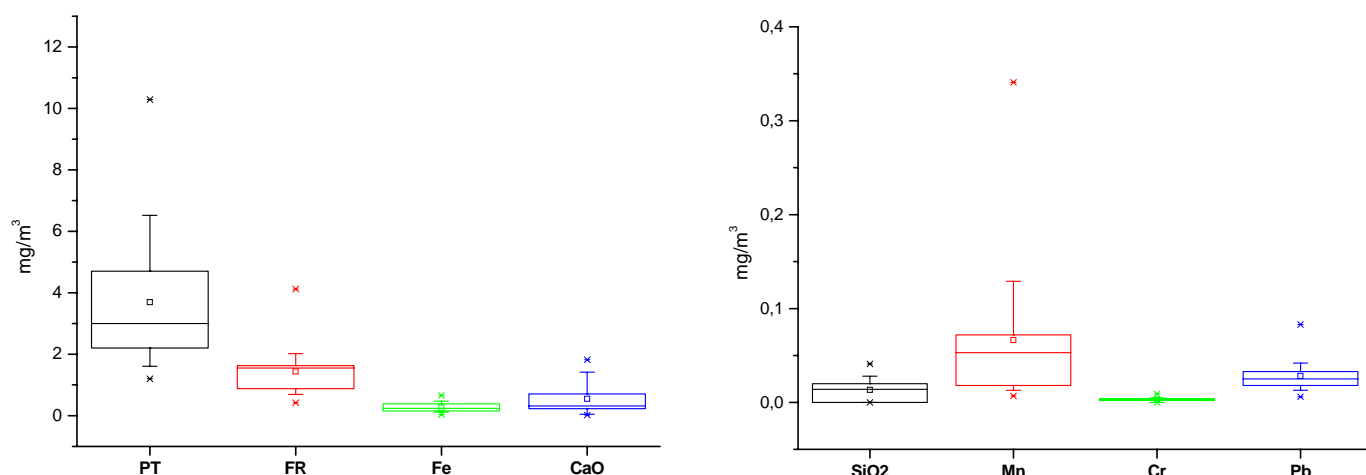
**Capo turno o Analista (coordinamento della produzione e controllo della qualità)
Capoforno (controllo e manovra del forno). Secondo o Terzo al forno (esecuzione delle operazioni)**



In presenza di segregazione del forno o dell'area forno, svolge un ruolo importante l'efficienza di captazione del sistema secondario, nel determinare le condizioni di esposizione degli addetti quando operano in prossimità del forno all'interno della segregazione, mentre prima intervenivano in un volume sottoposto a importante ventilazione.

Per la presenza di silice cristallina, in assenza di refrattari silicei utilizzati per i rivestimenti, possono giocare un ruolo gli accumuli pregressi che si mobilitano dalle strutture su cui sono depositati e la silice cristallina che può essere presente come impurezza nei materiali di consumo impiegati al forno (calce e carbone).

Figura 3.8. Area forno. Sintesi dei prelievi personali



Trattamento effluenti

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie.

Nella Tabella 3.14 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.14. Trattamento scoria. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	manovratore carro scoria	2,35	0,70	0,000	0,161	0,009	0,001	0,002	0,006	0,840
11	addetto movimentazione scorie	1,91	1,28	0,000	0,062	0,013	0,000	0,000	0,012	0,297

Lavorazioni in siviera

I prelievi personali hanno interessato 2 mansioni indagate in 2 acciaierie.

Nella Tabella 3.15 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Tabella 3.15. Lavorazioni in siviera. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali per le mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
10	addetti fuori forno	7,72	2,32	0,000	0,252	0,117	0,002	0,004	0,014	6,118
11	addetto forno siviera	3,72	2,64	0,000	0,138	0,063	0,001	0,000	0,011	0,271

Colata

I prelievi personali hanno interessato 27 mansioni indagate in 8 acciaierie; si ricorda che le acciaierie 3, 5, 10 prevedono la solidificazione di lingotti, per l'ultima solo di una quota dei semilavorati.

Nella Tabella 3.16 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.9.

Vanno segnalate alcune situazioni di rischio per PNOC, silice cristallina (riferita a colata in lingottiera) Mn e Pb. La presenza di piombo presumibilmente ha origine da ricadute che derivano dall'area forno presidiata in maniera insufficiente.

L'esposizione dei colatori colata continua è determinata in misura rilevante dal livello di automazione installato, che condiziona il numero degli operatori presenti e la durata e frequenza degli interventi richiesti sulle linee; nelle condizioni impiantistiche attuali che prevedono in maniera generalizzata il controllo di

livello in lingottiera, questa esposizione si può ritenere non più significativa durante il normale funzionamento dell'impianto di colata.

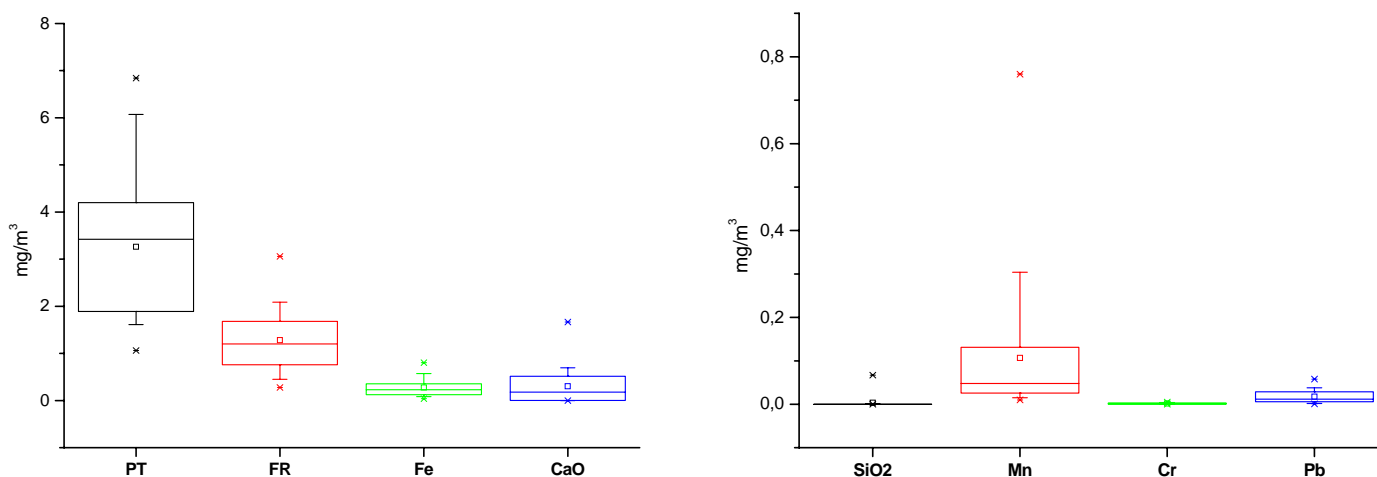
Ricordando che le concentrazioni vanno ritirate tenendo conto che risultano da prelievi di "polvere totale", l'analisi statistica ci consente di osservare che per il Mn si configura un numero significativo di situazioni non accettabili, riferite alle mansioni di sivierrista e colatore in fossa.

L'origine di queste esposizioni è da riferire soprattutto alle emissioni che si generano in sede di travaso dell'acciaio, dovuto anche alla necessità di effettuare interventi specifici in caso di malfunzionamento (in particolare, erogazione di ossigeno per la pulizia dello scaricatore sivierra).

Tabella 3.16. Area colata. Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
3	colatore lingottiera	1,61	0,63	0,000	0,243	0,320	0,002	0,002	0,010	0,095
3	colatore sivierra	3,78	1,47	0,000	0,571	0,760	0,005	0,004	0,023	0,223
3	gruista colata	1,06	0,41	0,000	0,160	0,021	0,001	0,001	0,006	0,063
4	addetto evacuazione	4,20	1,68	0,000	0,433	0,055		0,000	0,004	0,407
4	capo macchina CC	1,37	0,55	0,000	0,042	0,012		0,000	0,001	0,122
4	colatore	6,84	2,74	0,000	0,212	0,062		0,001	0,006	0,609
4	gruista colata	3,61	1,44	0,000	0,249	0,135		0,003	0,058	0,693
4	gruista fossa	1,89	0,76	0,000	0,059	0,017		0,000	0,002	0,168
4	sivierrista	4,06	1,62	0,000	0,804	0,304		0,005	0,006	0,434
5	addetto fossa	3,70	2,09	0,067	0,355	0,355			0,015	0,178
5	sivierrista	2,23	1,36	0,020	0,207	0,149			0,009	0,181
6	gruista colata	1,06	0,28	0,000	0,107	0,036	0,001	0,001	0,012	0,198
8	colatore	1,79	0,86	0,000	0,329	0,034	0,003	0,002	0,048	0,004
8	sivierrista	1,61	0,77	0,000	0,296	0,031	0,003	0,002	0,043	0,003
9	aiuto sivierrista	6,07	1,88	0,000	0,590	0,131		0,003	0,038	0,812
9	colatore di linea	3,43	1,06	0,000	0,330	0,048		0,002	0,022	0,434
9	jolly	3,68	1,14	0,000	0,230	0,028		0,002	0,007	0,518
9	sivierrista	5,12	1,59	0,000	0,640	0,053		0,004	0,030	0,812
10	capomacchina CC	2,02	0,45	0,000	0,161	0,024	0,001	0,003	0,012	0,000
10	colatore di sivierra	6,37	1,91	0,000	0,510	0,058	0,003	0,004	0,016	1,666
10	colatore lingottiera	1,90	0,42	0,000	0,084	0,014	0,001	0,001	0,005	0,000
10	gruista di colata	1,65	0,50	0,000	0,091	0,010	0,002	0,003	0,002	0,560
10	gruista slingottamento	2,76	0,83	0,000	0,126	0,015	0,005	0,001	0,002	0,000
11	capo macchina CC	6,50	2,54	0,000	0,208	0,083	0,000	0,000	0,029	0,000
11	colatore lingottiera	3,42	1,33	0,000	0,109	0,044	0,000	0,000	0,015	0,000
11	colatore sivierra	2,03	1,20	0,000	0,065	0,026	0,000	0,000	0,015	0,000
11	gruista colata	4,31	3,06	0,000	0,235	0,055	0,000	0,000	0,031	0,000

Figura 3.9. Area colata. Sintesi dei prelievi personali



Manutenzioni, ripristini, lavori ausiliari

I prelievi personali hanno interessato 14 mansioni indagate in 6 acciaierie.

Nella Tabella 3.17 sono riportati i valori medi risultanti dalla ripetizione di campionamenti personali.

Le concentrazioni riferite alle diverse mansioni caratterizzate sono trattate statisticamente in Figura 3.10.

Si evidenziano significative condizioni di rischio dovute alle PNOC e alla silice cristallina. Alcune mansioni evidenziano rischio per Mn e Pb. Da ricordare la presenza di colaticci di piombo, che si evidenziano durante la demolizione del crogiolo del forno.

Il rischio respiratorio è legato alle modalità di esecuzione (martello pneumatico sostenuto dall'operatore, oppure utilizzo di mezzo meccanico demolitore con addetto che opera in cabina). Le demolizioni siviera, se eseguite dalla cabina della macchina operatrice, comporta una significativa riduzione dell'esposizione.

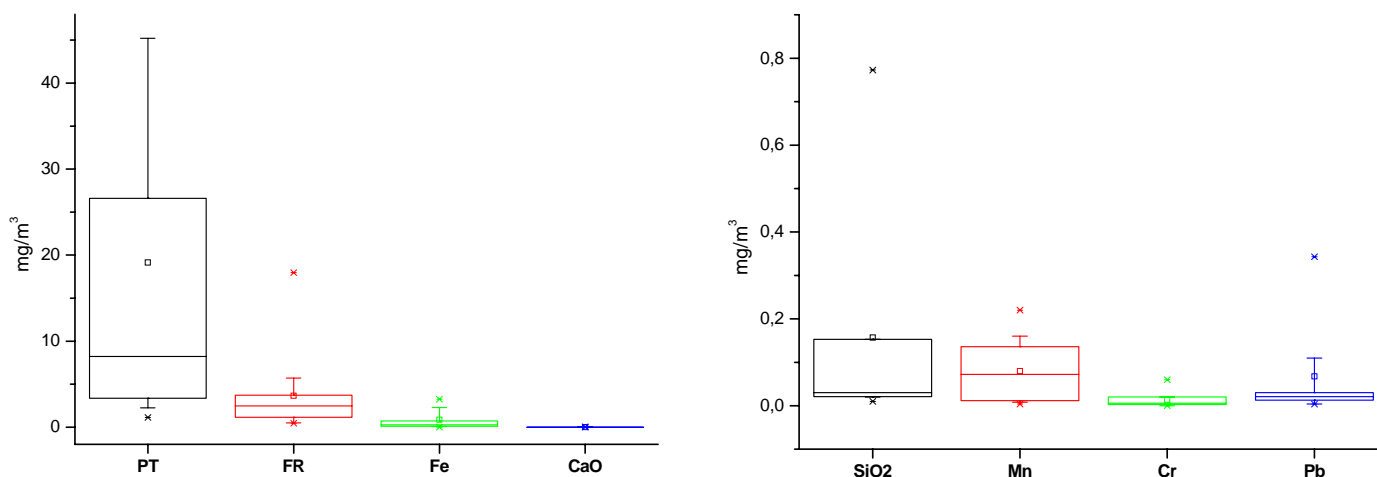
Il rischio respiratorio per gli addetti al rifacimento paniera è determinato dalla silice libera cristallina presente nei materiali eventualmente utilizzati (cementi, materiale riempimento retro pannello). La tecnologia di applicazione del refrattario con tecnica di spruzzo a umido può risultare risolutivo per questa esposizione.

La collocazione dell'area rifacimenti risente in maniera elevata, tenendo conto delle dinamiche con cui si sviluppa, della ricaduta di inquinanti provenienti da altre lavorazioni; in alcuni casi queste operazioni vengono localizzate negli spazi "residui" dell'acciaieria.

Tabella 3.17. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari.
Valori medi (GM mg/m³) dei prelievi personali riferiti a diverse mansioni indagate

ACC	mansione	PT	FR	SiO2	Fe	Mn	Ni	Cr	Pb	CaO
9	manutentore	21,27			2,290	0,220		0,009	0,016	0,000
5	muratore	1,12	0,67	0,010	0,000	0,136			0,004	0,062
7	addetto demolizione forno	89,86	17,97	0,773						
7	addetto demolizione paniera	2,45	0,49	0,021						
7	addetto rifacimento paniera	2,26	0,46	0,020						
9	demolizione paniera	14,66			0,720	0,072		0,020	0,021	0,000
9	demolizione tino	45,20	3,62		3,260	0,160		0,060	0,343	0,000
9	rifacimento paniera	4,31			0,280	0,025		0,006	0,110	0,000
10	preparazione placche	3,37	2,48	0,092	0,168	0,012	0,002	0,003	0,004	0,000
11	muratore	3,80	1,40		0,114	0,004	0,000	0,000	0,030	0,000
11	rifacimento paniera	4,18	2,51	0,030	0,071	0,008	0,000	0,000	0,013	0,000
8	addetto demolizione forno	40,73	5,70							
8	addetto demolizione paniera	26,60	3,72							
8	addetto rifacimento paniera	8,22	1,15	0,153						

Figura 3.10. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Sintesi dei prelievi personali



Valutazione di esposizione a composti organoclorurati persistenti, idrocarburi policiclici aromatici, metalli, radiazioni ionizzanti

In anni recenti il Centro di ricerca sui rischi chimici e radiochimici nella metallurgia secondaria, in collaborazione con la Cattedra di Igiene Industriale dell'Università degli Studi di Brescia, ha affidato ad Assoservizi un lavoro conoscitivo riferito all'esposizione e all'assorbimento da parte degli addetti di particolari sostanze con riferimento ad aree critiche nella lavorazione di acciaio mediante forno elettrico. Complessivamente sono state analizzate le aree di preparazione rottame, preparazione carica, preparazione acciaio, lavorazioni in siviera e colata, realizzando 11 campionamenti ambientali, e caratterizzando 13 mansioni cui sono corrisposti 18 campionamenti personali.

Tabella 3.18. Esposizione personale per i tre principali inquinanti di riferimento: Diossine (in I-TEQ e WHO-TEC), PCB e IPA (come benzo(a)pirene) (fonte: A. Corsini e altri)

DIOSSINE		area principale				altra area			esposizione personale			
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. Personale max *	conc. personale	conc. Personale max *
unità d.m.		%	ore		pg I-TEQ/m ³	%		pg I-TEQ/m ³	pg I-TEQ/m ³		pg WHO-TEQ/m ³	
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	0,25	5	Area Forno*	3,6	0,42	0,56	0,54	0,64
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	0,25	30	Area Forno*	3,6	1,25	2,11	1,77	2,37
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	0,76				0,73		1,25	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	1,13	10	Area Forno*	3,6	1,33	1,62	1,55	1,75
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	1,13	10	esterno	0,2	0,99		1,05	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	1,09	45	area LF	1,13	1,06	1,62	1,20	1,86
P8	analista LF	60	4,8	cabina analisi	0,2	35	area LF	1,13	0,53		0,55	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	2,33	20	ufficio	0,2	1,80		2,42	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	1,11	20	ufficio	0,2	0,88		1,18	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	0,84				0,81		0,96	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,3	20	nastrri	0,3	0,30		0,66	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	0,3	75	mulino	0,3	0,30		0,66	

PCB		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/m ³ Aroclor	%		ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor	ng/m ³ Aroclor
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,35	5	Area Forno*	36,69	3,07	4,47
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,35	30	Area Forno*	36,69	11,91	20,3
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	36,69				34,88	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	0,57	10	Area Forno*	36,69	4,18	6,98
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	0,57	10	esterno	0,5	0,56	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	4,05	45	area LF	0,57	2,31	4,36
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	0,57	0,52	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	21	20	ufficio	0,5	15,88	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	10	20	ufficio	0,5	7,63	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	3,11				2,98	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	7,67	20	nastrri	500	105,78	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita	339	75	mulino	7,67	73,58	

IPA		area principale				altra area			esposizione personale	
Cod. Mansione	Mansione	tempo		descrizione	conc.	tempo	descrizione	conc.	conc. personale	conc. personale massima *
unità d.m.		%	ore		ng/mc	%		ng/mc	ng/mc	ng/mc
P1	1°forno	90	7,2	cabina forno	1,5	5	Area Forno*	16,4	2,20	2,55
P2	2°forno	65	5,2	cabina forno	1,5	30	Area Forno*	16,4	5,92	8,08
P3	gruista PR	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P4	classificatore	95	7,6	Parco Rottame	7				6,68	
P5	sivierista	85	6,8	area LF	6	10	Area Forno*	16,4	6,77	7,49
P6	addetto LF	85	6,8	area LF	6	10	esterno	0,5	5,18	
P7	addetto C.C	50	4,0	Colata Continua	46,2	45	area LF	6	25,83	49,23
P8	analista LF	60	4,8	cabina	0,5	35	area LF	6	2,43	
P9	manut.elett.	75	6,0	tutte	22	20	ufficio	0,5	16,63	
P10	manut.mecc.	75	6,0	tutte	11	20	ufficio	0,5	8,38	
P11	gruista CC	95	7,6	Colata Continua	35,5				33,75	
P12	capo mulino	75	6,0	mulino	0,5	20	nastrri	0,5	0,50	
P13	cernita man.	20	1,6	cabina cernita		75	mulino	0,5	0,40	

L'esposizione per le diverse mansioni a POPs, tenendo conto delle difficoltà di analisi di campionamenti effettuati con tecnica personale, è stata ricavata tenendo conto della permanenza e della durata della permanenza nelle diverse aree monitorate con campionamenti ambientali.

Lo studio ha ritenuto opportuno condurre in parallelo anche campionamenti di polveri totali e di metalli, al fine di avere un quadro completo della situazione espositiva, in particolare tenendo conto che i POPs (Persistent Organic Pollutants) in ambiente sono spesso adsorbiti e veicolati dal particolato.

Le concentrazioni delle polveri e dei metalli monitorati sono sintetizzate rispettivamente in Tabella 3.19 e Tabella 3.20 per i campionamenti ambientali e per i campionamenti personali.

Tabella 3.19. Campionamenti ambientali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

POLVERI E METALLI PESANTI											
		A1			A2			A3	A4	A5	A6
Area		Area forno			Cabina forno			Parco Rott.	area L.F.	mulino	Colata Cont.
Polveri totali	mg/m ³	7,17	6,07	2,25	0,37	0,68	1,12	1,52	0,78	0,76	1,79
Cadmio	µg/m ³	1,70	0,83	0,18	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	0,16	< 0,2
Cromo totale	µg/m ³	12,60	5,53	1,55	< 0,20	< 0,34	0,8	0,80	1,53	0,49	1,03
Cromo VI	µg/m ³	< 0,20	< ,104	< 0,11	< 0,20	< 0,09	< 0,09	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 0,2
Molibdeno	µg/m ³	0,60	0,44	0,24	< ,40	< ,19	< ,19	< 0,2	0,25	< 0,2	0,92
Vanadio	µg/m ³	< 0,30	1,46	2,06	< ,20	< ,19	< ,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Antimonio	µg/m ³	< 0,40	0,75	< ,328	< ,40	< ,19	< ,19	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,30
Manganese	µg/m ³	92,60	60,79	6,62	5,80	2,53	6,43	6,34	32,40	3,63	15,00
Piombo	µg/m ³	307,50	138,28	28,39	2,80	11,20	17,76	12,20	10,96	29,07	38,50
Rame	µg/m ³	14,70	8,63	3,48	0,80	0,93	1,63	1,77	4,18	1,79	19,21
Zinco	µg/m ³	1675,20	1618,22	165,80	12,30	49,27	104,82	303,75	48,60	121,60	111,18
Cobalto	µg/m ³	0,20	0,21	< 0,2	< ,20	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Arsenico	µg/m ³	< 0,41	0,25	< 0,2	< ,40	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,92
Stagno	µg/m ³	1,40	1,77	0,71	< 0,20	< 0,2	0,26	0,25	0,35	0,26	2,04
Nichel	µg/m ³	2	3,95	1,37	< 0,20	0,23	0,28	0,55	1,34	0,24	1,77
Alluminio	µg/m ³		630,19	24,98	0,00	20,41	8,91	14,45	8,97	6,82	18,93
Ferro	µg/m ³		636,07	358,89	0,00	34,78	83,90	128,78	120,41	68,39	224,63

Tabella 3.20. Campionamenti personali: quadro riassuntivo dei risultati ottenuti (polveri totali e metalli)
(fonte: A. Corsini e altri)

		P1	P2		P3	P4	P5	P6	P7		P8	P9	P10	P11	P12	P13			
Mansione		1°forno	2°forno		giusta PR	classifica tore	sivvenista	addetto LF	addetto C C		analista	manut. el. est.	manut. m. ecc.	giusta CC	capo m. lino	cernia m.			
Polveri totali	mg/m ³	1,00	0,88	2,52	2,49	4,88	0,85	1,95	1,60	1,00	4,69	1,15	1,15	0,68	1,76	3,71	0,86	0,99	0,79
Cd	Cadmio µg/m ³	< 99	< 0,88	< 98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Cr	Cromo totale µg/m ³	< 99	< 1,35	2,58	5,83	3,51	< 1	1,39	3,74	3,42	4,45	< 1	< 1	27,82	3,11	4,89	< 0,6	< 1	< 1
Cr VI	Cromo VI µg/m ³	< 99	< 0,58	< 98	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,7	< 1	< 1	< 1	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Mb	Molibdeno µg/m ³	< 198	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,41	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
V	Vanadio µg/m ³	< 99	< 1,35	< 98	3,49	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sb	Antimonio µg/m ³	< 198	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,24	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Mn	Manganese µg/m ³	4,83	5,00	29,75	13,83	15,39	8,93	7,51	18,92	37,31	38,00	15,77	12,20	156,79	13,26	19,30	6,87	2,33	3,23
Pb	Piombo µg/m ³	13,63	19,19	63,18	35,14	89,62	16,97	12,93	14,97	7,72	23,92	16,15	16,50	6,22	58,10	96,94	9,76	17,35	14,32
Cu	Rame µg/m ³	0,99	1,76	4,96	4,05	7,43	3,22	2,79	9,33	7,34	114,25	10,13	6,31	8,17	4,51	6,64	2,21	1,35	1,94
Zn	Zinco µg/m ³	35,57	78,78	343,55	264,75	517,67	71,85	52,78	54,76	22,42	39,99	38,72	53,08	18,27	283,08	519,20	30,08	62,81	50,58
Co	Cobalto µg/m ³	0,99	< 1,35	< 976	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
As	Arsenico µg/m ³	< 1,975	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,71	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sn	Stagno µg/m ³	< 1,975	< 1,35	< 1,988	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,29	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ni	Nichel µg/m ³	< 1,976	< 1,35	< 988	24,39	3,09	< 1	< 1	< 3	1,34	22,61	1,28	< 1	2,40	< 1	1,63	< 1	< 1	< 1
Al	Alluminio µg/m ³		10,54	164,08	34,64	9,36	31,71	40,34	9,33	11,99	11,54	9,90	15,24	19,51	80,83	50,41	10,43	6,58	6,58
Fe	Ferro µg/m ³		86,89	203,04	373,91	134,32	261,79	246,43	177,19	2824,86	141,54	158,11	357,14	241,21	219,67	28,15	78,00	78,32	78,32

In questo paragrafo risulta di particolare interesse mettere in relazione i valori medi di polveri totali e metalli che risultano dal campione di acciaierie indagate negli anni '90, restituite nel precedente profilo di rischio, con le concentrazioni riferite ad analoghe sostanze individuate con la ricerca condotta nel 2003.

Tabella 3.21. Concentrazioni campione acciaierie 1992-1998 (escursione valori medi riferiti alla mansione) e acciaieria 2003 (singoli prelievi)

	PT (mg/m ³)	Fe (mg/m ³)	Mn (mg/m ³)	Ni (mg/m ³)	Cr (mg/m ³)	Pb (mg/m ³)
Area preparazione carica						
Gruista parco rottame						
1992-98	1,47-2,80	0,46-0,469	0,004-0,020	<0,001-0,008	<0,001-0,008	0,003-0,030
2003	0,85	0,134	0,007	<0,001	<0,001	0,017
Classificatore rottame						
1992-98	3,47	0,090	0,007	<0,001	<0,001	0,016
2003	1,65	0,262	0,008	<0,001	0,001	0,013
Area forno						
Primo al forno						
1992-98	1,20-5,24	0,036-0,295	0,009-0,072	<0,001-0,004	<0,001-0,004	0,011-0,083
2003	0,88-1,00	0,087-0,098	0,005-0,005	<0,002	<0,001	0,014-0,019
Secondo al forno						
1992-98	1,61-10,29	0,126-0,660	0,007-0,226	<0,001-0,004	<0,001-0,006	0,006-0,059
2003	2,49-4,88	0,203-0,374	0,014-0,030	<0,001-0,025	0,003-0,006	0,035-0,090
Area lavorazioni in siviera						
Addetto LF						
1992-98	3,72-7,72	0,138-0,252	0,063-0,117	0,001-0,002	<0,001-0,004	0,011-0,014
2003	1,00	0,177	0,037	0,001	0,008	0,008
Analista						
1992-98	0,94	0,028	0,018	<0,001	<0,001	0,003
2003	0,68	0,357	0,157	0,002	0,028	0,006
Area lavorazioni in siviera						
Gruista colata continua						
1992-98	1,06-4,31	0,091-0,249	0,010-0,135	<0,001-0,002	<0,001-0,003	0,002-0,058
2003	0,86	0,029	0,007	<0,001	<0,001	0,010
Sivierista						
1992-98	1,61-6,07	0,207-0,804	0,031-0,304	<0,001-0,003	<0,001-0,005	0,006-0,043
2003	1,60	0,246	0,019	0,003	0,004	0,015
Colatore siviera (*)						
1992-98	2,03-6,37	0,065-0,571	0,026-0,760	<0,001-0,005	<0,001-0,004	0,015-0,023
2003						
Addetto colata continua						
1992-98	1,37-6,34	0,042-0,330	0,012-0,320	<0,001-0,003	<0,001-0,003	0,001-0,048
2003	1,15-4,68	0,141-2,823	0,012-0,038	0,001-0,023	<0,001-0,004	0,016-0,024

Osservando l'evoluzione delle esposizioni e delle concentrazioni di alcuni particolari metalli, risultano evidenti alcune modalità di lavoro che hanno subito significative variazioni:

- il primo al forno (o capo forno) con l'attuale organizzazione agisce esclusivamente in cabina forno, salvo coordinare alcune operazioni di ripristino o manutenzione riferite al forno non attivo;
- il numero dei fonditori (secondo al forno, eventuale terzo al forno) è ridotto all'interno della squadra di lavoro;
- lo spillaggio espone a minori emissioni, sia per la configurazione EBT, sia perché l'operazione viene sorvegliata da postazione protetta e le aggiunte in siviera sono effettuate con modalità meccanizzate;
- l'affinazione in siviera viene effettuata esclusivamente in impianti LF (o simili) con il governo delle operazioni da cabina protetta;
- l'attività dell'analista è ora concentrata nell'area di lavorazione in siviera in ausilio all'addetto LF;
- per un corretto confronto si è riportata la mansione del "colatore siviera", indicato con (*) in Tabella 3.21, che presidia in maniera praticamente esclusiva il colaggio dalla siviera alla paniera in colata continua, mansione che nella "acciaieria 2003" è svolta dal sivierista.

Riconoscimento mansioni esposte ad amianto

Il riconoscimento dell'esposizione ad amianto è stata oggetto di discussione e di differente esito, coinvolgendo in maniera diversificate le diverse aree e le diverse mansioni sviluppate in particolare nell'attività siderurgica e nell'attività di produzione ferroleghie.

A tale proposito sono state definiti Atti di indirizzo rivolti a rendere meno differenziato il riconoscimento, riducendo le diversità che si sono verificate, anche per professioni confrontabili nelle diverse realtà territoriali, quali mansioni dell'area fossa di colata (addetto fossa, addetto placca, addetto materozze, aiuto colatore); muratori – refrattaristi (demolizione e rifacimento siviere di colata, canale di colata, forni a pozzo, fosse di lento raffreddamento, forni di trattamento termico ecc.); capi (capi reparto e vice capi reparto di produzione, capi turno, capi forno e fossa acciaieria, capi turno, assistenti laminatoio, capi treno laminatoio, capi condizionamento, capi qualità, capi manutenzione).

In questa sede si vuole presentare una metodologia ordinata da utilizzare per definire nel modo più dettagliato le modalità di esposizione pregressa. Questo schema di lavoro può risultare utile in particolare tenendo conto della pressochè totale assenza di misure di esposizione a disposizione per il comparto metallurgico praticamente fino alla seconda metà degli anni '80.

Con riferimento all'esposizione ad amianto è possibile distinguere e gerarchizzare l'esposizione.

1. AMIANTO PRESENTE PER OTTENERE SPECIFICI REQUISITI TECNOLOGICI
2. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI IMPIANTI
3. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE LE POSTAZIONI DI LAVORO
4. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI OPERATORI
5. AMIANTO PRESENTE COME RIVESTIMENTO DI STRUTTURE PER ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO

Precisare se l'impiego dell'amianto è documentato (tipologie e quantitativi)

Per caratterizzare l'impiego dell'amianto con riferimento all'esposizione professionale, si è ritenuto di predisporre una tabella ove sia possibile distinguere la presenza di questo materiale in base alla funzione svolta, indicando:

“ESPOSIZIONE” (successivamente qualificata)

“POSIZIONE DI LAVORO” interessata da esposizione

“REGIME”, distinguendo “normale funzionamento”, “manutenzioni e ripristini”, “anomalie e guasti”

“FREQUENZA” e “TEMPI PRESUNTI” di esposizione, ove disponibili

“DESCRIZIONE ATTIVITA' ” dettagliando le specifiche operazioni interessate da esposizione

“FUNZIONE DELL'AMIANTO: considerando le molteplici funzioni può essere utile precisare la presenza di questo materiale, anche se già suddivisa nelle quattro voci”

Ove presente, viene indicata la presenza di amianto a prescindere dalle funzioni prima descritte e derivante da impiego con funzioni tecnologiche per l'ambiente che accoglie la lavorazione metallurgica

L'esposizione occorsa secondo le prime quattro modalità, in assenza di misure storiche, può essere sintetizzata con riferimento a criterio qualitativo, distinguendo:

- +++ MANIPOLAZIONE CONTINUA PREVISTA DALLA MANSIONE
- ++ MANIPOLAZIONE DISCONTINUA PREVISTA DALLA MANSIONE E/O IMPIEGO FREQUENTE DI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PERSONALE
- + MANIPOLAZIONE SALTUARIA E/O PRESENZA NEGLI IMPIANTI E NELL'AMBIENTE E/O IMPIEGO SPORADICO DI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PERSONALE

Facendo riferimento all'esperienza consolidata in merito a esposizione professionale, in assenza di specifiche rilevazioni ambientali di tipo personale e con significatività statistica, si è ritenuto che l'unica modalità di qualificare l'esposizione sia possibile con riferimento alla effettiva manipolazione del materiale, alla sua consuetudine intrinseca alla mansione, alla sua frequenza, oppure a esposizione derivante dalle altre molteplici motivazioni.

Sono presentati due esempi di definizione dell'esposizione pregressa ad amianto, sviluppati per le mansioni di “colatore” e “manutentore meccanico”.

Esposizione pregressa ad amianto sviluppata per la mansione di "colatore"

Per ogni persona vengono indicati i periodi lavorativi presso le varie unità produttive, ricavati dalle buste paga, indicando stabilimento, reparto e mansione

PERIODO	STABILIMENTO	REPARTO	MANSIONE
26.04.1982 – 31.03.1995	ACCIAIERIA	COLATORE COLATA CONTINUA TONDI

DESCRIZIONE SINTETICA DELLA MANSIONE

Ricavare da relazioni aziendali, relazioni tecniche e ambientali una descrizione sintetica delle principali attività svolte per ogni mansione svolta

QUALIFICA	ATTIVITA' E PIAZZE DI LAVORO
COLATORE C.C.	Preparazione della macchina: immissione argon, controllo temperatura, innesto cassetto siviera, montaggio tuffanti e innesto preriscaldamento, preparazione delle paniere, movimentazione materiale e pulizia platea. Movimentazione dei carri porta paniere e preparazione delle teste delle falsi tondi, sostituzione degli scaricatori. Movimentazione del materiale di consumo e movimentazione delle paniere per il loro rifacimento da zona colaggio a piano terra. Preriscaldamento delle paniere con l'utilizzo di appositi bruciatori a metano allocati sotto la macchina. Durante la colata: controllo e regolazione flusso da siviera a paniera, controllo e regolazione flusso da paniera a lingottiera, aggiunta di polveri esotermiche. Operazioni di sostituzione delle lingottiere, pulizia dei segmenti della macchina dopo break-out, pulizia delle seghe di taglio e pulizia basculatori di espulsione tondi. Nella cabina di comando: controllo della colata.

1. AMIANTO PRESENTE PER OTTENERE SPECIFICI REQUISITI TECNOLOGICI

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA - TEMPI PRESUNTI FUNZIONE DELL'AMIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITA'
+++	Platea colata Macchina di colata	Normale funzionamento Ogni colata o due colate 15-20 minuti/ intervento per ogni linea	<i>Per la preparazione delle "false teste" dei tondi si inseriva nell'interstizio fra lingottiera e ogni "falso tondo" cordoncini e una grossa rondella in amianto e si spolverava la superficie con fiocchi di amianto per evitare che l'acciaio fuso si saldasse con il falso tondo</i>

2. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI IMPIANTI

L'amianto da sostituire era disponibile accatastato in vari punti della platea, mentre quello smantellato veniva gettato in un cassone destinato al recupero del rottame

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA - TEMPI PRESUNTI FUNZIONE DELL'AMIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITA'
+++	Platea colata Preriscaldamento paniera	Normale funzionamento Ogni colata o due colate Qualche minuto/ intervento per ogni scaricatore	Montaggio tuffanti e innesto preriscaldamento: le parti smontate venivano scoibentate, sostituite e le nuove coibentate con tessuto e nastri in amianto
+++	Platea colata	Normale funzionamento <i>Tutte apparecchiature coibentate con tessuto e nastro di amianto</i>	Colaggio siviera: sostituzione del cassetto, innesto del circuito di comando, uso di termocoppie
+++	Platea colata Preparazione paniera	Manutenzione Ogni colata o due colate <i>Su tutto il perimetro a ridosso della paniera erano appesi teli in amianto per evitare che gli spruzzi di acciaio fuso andassero a danneggiare le apparecchiature allocate in platea colata</i>	Paniera: si toglievano i teli di copertura in amianto, si sostituivano le parti usurate, quindi si rimontavano i teli
++	Platea colata	Manutenzione	si sostituivano gli scaricatori scoibentando

	Carri porta paniera	Ogni 15 giorni <i>I carri ricoperti di lastre e teli in amianto</i>	quelli usurati e dopo averli sostituiti li si rivestiva di nastro in amianto
+	Macchina di colata	Manutenzione Mediamente 1 volta/ mese <i>Le apparecchiature elettriche, i flessibili passacavi, le scatole elettriche di derivazione, le termocoppie, i tubi idraulici e di raffreddamento a bordo macchina erano coibentati con teli e nastro in amianto</i>	Revisione dell'integrità e della funzionalità Smontaggio e sostituzione delle coibentazioni
+	Posizione di taglio	Manutenzione Mediamente 1 volta/ mese Le apparecchiature di movimentazione delle seghe di taglio erano coibentate in amianto, così come le scatole di derivazione, i fine corsa e i flessibili passacavi	Revisione dell'integrità e della funzionalità Smontaggio e sostituzione delle coibentazioni
+	Tutto l'impianto	Manutenzione Mediamente 1 volta/ mese <i>Su tutto l'impianto i punti di passaggio tra i vari ambienti delle canaline passacavi venivano sigillati con fiocchi di amianto per evitare l'eventuale propagarsi di incendi</i>	Revisione dell'integrità e della funzionalità Smontaggio e sostituzione delle coibentazioni
++	Platea colata	Pulizia	Impiego delle pale e successivo soffiatura della platea con getti di aria compressa
++	Interno macchina di colata <i>(dall'uscita della lingottiera; in alcuni casi fino alle seghe di taglio)</i>	Intervento in seguito a guasto Qualche colata ogni mese In alcuni casi anche 3 ore <i>Il guasto più frequente era il break-out, ossia la fuoriuscita di acciaio liquido all'uscita della lingottiera di una linea che andava a investire e solidificare lungo il sottostante impianto</i>	la macchina veniva fermata e gli operai si adoperavano per liberare i macchinari dall'acciaio che si era raffreddato e solidificato; spesso l'acciaio fuso arrivava a cadere fin sopra le seghe di taglio. Per l'operazione di taglio si utilizzava il canello Questa operazione necessitava dello smontaggio e sostituzione dei segmenti della macchina, previo lo smantellamento delle parti protette in amianto (tubi di raffreddamento e di lubrificazione) e il rifacimento della coibentazione dopo il montaggio delle parti nuove L'amianto da utilizzare per le riparazioni era disponibile allocato su alcuni banchi di lavoro vicini ai colatori

3. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE LE POSTAZIONI DI LAVORO

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA – TEMPI PRESUNTI FUNZIONE DELL'AMIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITA'
+	Cabina di controllo colaggio secchia	Normale funzionamento <i>La cabina era ricoperta sotto il pavimento e sui lati di lastre in amianto; sul suo ballatoio erano allocati schermi in amianto contro gli spruzzi di acciaio che si irradiavano al momento dell'apertura della secchia con la canna ad ossigeno e per proteggere l'operatore che doveva effettuare le prove di temperatura con le apposite</i>	Controllo e regolazione flusso dalla siviera alla paniera

		<i>lance</i> Intera colata (65'-85')	
+	Platea di colata	Normale funzionamento <i>Le apparecchiature a bordo macchina e i quadri di comando delle linee di colaggio erano protette da coperte in amianto appese alla paniera anche per proteggere i colatori dal calore e dagli spruzzi</i> Intera colata (65'-85')	Controllo e regolazione flusso dalla paniera in lingottiera, inserimento polvere di copertura e asportazione delle scorie

4. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI OPERATORI

Queste dotazioni, dopo il '90 ad esaurimento scorte, vennero sostituite da altro materiale ignifugo

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA – TEMPI PRESUNTI	DESCRIZIONE ATTIVITA' FUNZIONE DELL'AMIANTO
++	Piattaforma esterna cabina di controllo colaggio secchia	Normale funzionamento Ogni colata Primi minuti (5-10)	<i>I colatori secchia erano dotati di copri ghette, guanti al gomito, grembiule e giacca in amianto durante le operazioni di apertura secchia e avvio colata</i>
++	Platea di colata	Normale funzionamento Ogni colata Primi minuti (5-10)	<i>I colatori della colata continua tondi erano dotati di copri ghette, guanti al gomito, grembiule e giacca in amianto durante le operazioni di apertura secchia e avvio colata</i>
+	Interno macchina di colata	Intervento in seguito a break-out (→ vedi sopra) Qualche colata ogni mese In alcuni casi anche le 3 ore	<i>Per effettuare le operazioni di taglio e di ripristino gli addetti si avvalevano delle protezioni individuali contro il calore (ghette, guanti, grembiuli in amianto)</i>

5. AMIANTO COME RIVESTIMENTO DI STRUTTURE PER ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO

Nel 1980, con l'inserimento fra il forno elettrico e la colata continua della parete di separazione con funzioni acustiche, è stato realizzato un intervento di rivestimento delle strutture murarie tramite lo spruzzaggio di una miscela di cemento-amianto.

Esposizione pregressa ad amianto sviluppata per la mansione di “manutentore elettromeccanico”

PERIODO	STABILIMENTO	REPARTO	MANSIONE
13.11.1972 – 31.03.1991	MANUTENZIONE	MANUTENTORE ELETTROMECCANICO

DESCRIZIONE SINTETICA DELLA MANSIONE

QUALIFICA	ATTIVITA' E PIAZZE DI LAVORO
ELETTROMECCANICI	Operavano sia come operai di officina, sia come esterni nelle fermate programmate e in caso di guasti Manutenzione e riparazione macchine elettriche (trasformatori, motori, resistenze, interruttori alta tensione...) Manutenzione su impianti durante le fermate programmate Preparazione di parti elettriche da sostituire sugli impianti durante le fermate

1. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI IMPIANTI

L'amianto da sostituire era disponibile accatastato in vari punti della platea, mentre quello smantellato veniva gettato in un cassone destinato al recupero del rottame

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA MENSILE FUNZIONE DELL'AMIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITA'
+++	Officina	Manutenzione 8 ore x 6 giorni <i>Durante le operazioni di demolizione e saldatura di barre</i>	<u>Manutenzione e riparazione macchine elettriche, bracci porta corrente, interruttori di bassa e media tensione</u> Rifacimento bracci, tubi, morsettoni e cavi portacorrente per forni elettrici: demolizione con

		<p><i>di rame su motori o trasformatori di grossa potenza mediante utilizzo del cannello, si faceva largo uso di teli e lastre di amianto per proteggere le parti in rame e gli isolamenti adiacenti la zona interessata</i></p> <p>Ultimo periodo (1977-78) 8 ore/ settimana</p>	<p>scoibentazione delle parti in amianto, accurata pulizia con carta abrasiva e mole dei supporti, rifacimento ex novo delle parti elettriche usurate; costruzione dei gusci isolanti in amiantite; riassetto finale del tutto</p> <p>I bracci portacorrente e le loro parti rimanevano parcheggiati in officina fino a termine lavori; per ogni braccio gli interventi duravano due settimane circa, per cui in officina sostava costantemente un braccio in lavorazione e un braccio già revisionato</p> <p>Revisione ciclica degli interruttori di alta e media tensione con smontaggio parafiamme in amianto, loro ripulitura con carta abrasiva e rimontaggio</p> <p>Preparazione di flessibili in rame per connessioni a terra, tubi flessibili passacavi, rifacimento lance per termocoppie, ecc, completamente nastrati in amianto (nessuna aspirazione)</p> <p>Interventi per riparazione di trasformatori, saldatrici, motori, variatori, resistenze, reattanze con utilizzo di rondelle, distanziatori, parafiamme in amianto</p> <p>Le varie parti in amianto (parafiamme, rondelle, cordoncini, ecc.) rimanevano parcheggiati in officina fino a esaurimento lavoro</p> <p>L'amianto da utilizzare veniva conservato sotto i banchi di lavoro o in diversi punti dell'officina alla portata di tutti</p> <p>Cambio ceppi freni carriponte</p> <p>Svitare, abradere i residui da tamburo, soffiaggio, smussare nuovi ferodi</p>
+++	Presso cabine elettriche e impianti fermi	<p>Manutenzione programmata 1,5 ore/ settimana (lunedì, mercoledì, giovedì)</p> <p><i>Le apparecchiature elettriche, i flessibili passacavi, le scatole elettriche di derivazione, le termocoppie, i tubi idraulici e di raffreddamento a bordo macchina erano coibentati con teli e nastro in amianto</i></p> <p><i>Su tutti gli impianti i punti di passaggio tra i vari ambienti delle canaline passacavi venivano sigillati con fiocchi di amianto per evitare l'eventuale propagarsi di incendi</i></p>	<p><u>Controllo, manutenzione, sostituzione e messa a punto di apparecchiature elettriche</u></p> <p>Pulizia briglie, serraggio bulloneria, rifacimento fasciature in amianto dei bracci portacorrente sul campo</p> <p>Controlli su trasformatori e motori di grossa potenza nelle cabine site in acciaieria e laminatoi con pulizia tramite aria compressa, serraggio bullonerie e morsetti di collegamento: rondelle isolanti e lastre in amianto</p> <p>Controlli, pulizia e manutenzione sul campo di interruttori di potenza con parafiamma in amianto: interruttori BT e MT</p> <p>Controlli, pulizia e manutenzione su motori, dinamo, encoder immediatamente a ridosso degli impianti produttivi e quindi protetti con fasciature e schermi in amianto</p>
+++	Officina e Reparti	<p>Manutenzione ordinaria 8 ore x 3 giorni</p>	<p><u>Rifacimento parti elettriche</u></p> <p>Impiego di corde e nastri manipolati con forbici e seghetti</p> <p>Gli elettromeccanici intervenivano per ripristinare collegamenti su barre di trasformatori e motori di grossa potenza, facendo uso di cannello a ossicetilene o di saldatrice ad arco in spazi angusti. Gli operatori utilizzavano fogli o lastre di amianto per proteggere sia le macchine che se stessi sia da eventuali schizzi di materiale fuso che dal calore</p> <p>Per ricostruire i grossi tubi flessibili portacorrente dei forni si usava il cannello per sciogliere lo stagno presente tra i morsettoni e la corda di rame e poterli quindi recuperare; in questo caso l'operatore si muniva di copri ghette e grembiule in amianto che erano</p>

			allocati negli armadietti in dotazione individuale insieme ai ferri da lavoro
+++	Nei diversi reparti	Anomalie e guasti Non quantificabili	<p><u>Interventi di rapida riparazione</u></p> <p>Gli interventi sugli impianti produttivi avvenivano in seguito a guasti rilevanti e nella maggior parte dei casi si trattava di sostituire macchine elettriche o interruttori andati fuori uso. In questi casi si interveniva per riparare o sostituire la macchina con una già revisionata.</p> <p>Nella maggior parte dei casi si trattava di apparecchiature elettriche posizionate nelle immediate vicinanze delle macchine produttive e quindi protette in vario modo con amianto: per sostituire un motore, una pompa o una dinamo bisognava prima scoibentare il flessibile portatavi, quindi rifare la fasciatura sul motore nuovo. Queste apparecchiature se posizionate a bordo macchina venivano ulteriormente protette con teli e fogli di amianto che dovevano essere rimossi a fine lavoro</p> <p>I lavori si svolgevano in modo concitato per ridurre i tempi di fermata degli impianti, quindi per eliminare le coibentazioni in amianto si utilizzavano palanchini, martelli e seghetti, facendo scarso uso di mascherine di carta, per altro non sempre disponibili</p> <p>Le parti in amianto demolite venivano gettate nei cassoni del rottame o abbandonate nelle vicinanze in attesa del recupero da parte degli addetti alle pulizie</p>

4. AMIANTO PRESENTE PER PROTEGGERE GLI OPERATORI

Queste dotazioni, dopo il '90 ad esaurimento scorte, vennero sostituite da altro materiale ignifugo

ESP	POSIZIONE DI LAVORO	REGIME FREQUENZA MENSILE	DESCRIZIONE ATTIVITA'
++	Officina ORME e Reparti	Manutenzione ordinaria	<p><u>Rifacimento parti elettriche</u></p> <p>Impiego di guanti</p> <p>Vedi sopra</p>

5. AMIANTO COME RIVESTIMENTO DI STRUTTURE PER ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO

Nel 1980, con l'inserimento fra il forno elettrico e la colata continua della parete di separazione con funzioni acustiche, è stato realizzato un intervento di rivestimento delle strutture murarie tramite lo spruzzaggio di una miscela di cemento-amianto.

3.1.4 Valutazione esposizione a rumore

Le indagini a cui si fa riferimento sono state condotte successivamente al 1994 in diverse acciaierie elettriche italiane, destinate a fornire semilavorati tramite colata continua e solidificazione in lingottiera.

Queste indagini sono state selezionate perché si riferiscono a un campione composito di acciaierie che vedono forni in grado di rappresentare le differenziate situazioni impiantistiche tuttora attive, di apprezzare i risultati ottenibili con soluzioni diverse di segregazione del forno, nonché di valutare l'efficacia, per quanto concerne il contenimento dell'esposizione a rumore, ottenuta con interventi tecnologici e organizzativi introdotti successivamente alla valutazione del rumore e verificati strumentalmente.

Le rilevazioni riferite a posizioni fisse sono state effettuate tenendo conto della variabilità della rumorosità presente nell'area. Le valutazioni degli addetti sono state effettuate analogamente a quanto previsto dalla normativa italiana vigente (D.L. 277/91). Sono riportate le misure di area ritenute più significative per caratterizzare le principali sorgenti. In queste valutazioni sono coinvolti oltre 600 addetti di cui sono state indagate le principali mansioni lavorative.

In Tabella 3.22 vengono riportate le principali caratteristiche delle acciaierie indagate.

Tabella 3.22. Principali caratteristiche delle acciaierie indagate

ACC	Addetti	FORNO				FUORI FORNO	COLATA n. x linee
		Prestazione (t/h)	Capacità (t)	Potenza MVA (el) + MW (termica)	Confinamento		
1	190	75-80	85	50 + 20	Forno non segregato Poi: segregazione parziale	LF	1 x 5
2	140	50-55	80	50 + 12	Dog-house	LF	1 x 5
3	170	40-50	80	36 + 8	Modulo (pareti non complete)	LF	2 x 4
4	110	70	80	55 + 10	Dog-house	LF VD	1 x 3 lingotti

Tabella 3.23. Mansioni che percorrono tutte le aree. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Platea esterna forno Zona transito forno FE - LF Capoturno	91.2-91.7 80.6	90.6	Forno con dog-house
3	Cabina di lavoro Area forno Area insufflazione Capoturno	74.5-81.3 75.7-108.4 77.2-84.9	89-96	Modulo forno (pareti non complete)
4	Capo acciaieria Capo turno Responsabile area a caldo		81.6 84.2 83.9	Forno con dog-house

Tabella 3.24. Area rottame. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	A terra nel parco Addetto pulizia vagoni Gruisti Cabina carico cesta	83.9-87.6 75.9-83.9	 86.1 70.0-83.0	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
2	Cabina parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Area aggancio cesta a gru di carica Classificatore	67.8 84.5 86.2	 84.3 85.3	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno
4	Cabina parco rottame Responsabile parco rottame Cabina carro ponte Gruista parco rottame Posizione classificazione rottame con movimento locomotiva e scarico rottame Classificatore Pesatore	63.9 82.2 66.0 86.7-90.8	83.0 81.9 85.3-88.3 91.1	Area esterna non significativamente interessata dal rumore del forno

La rumorosità in questa area è determinata dalla principale sorgente dell'acciaiera, cioè il forno elettrico ad arco, il cui tipico andamento di rumorosità è riportato in Figura 3.11 e dipende principalmente dalle condizioni di erogazione della potenza e di discontinuità dell'arco all'interno, prima del rottame e poi del metallo fuso.

I livelli di rumore rilevati in area forno crescono all'aumentare della potenza elettrica specifica ($L_{eq} = f \text{ MW}/t$ capacità forno) e sono modulati da una ulteriore serie di parametri legati principalmente alle caratteristiche dell'impianto e alla conduzione: fra questi particolarmente importanti le modalità con cui si effettua la prima fase, più rumorosa, di fusione e la presenza di scoria schiumosa che agisce anche con funzione isolante per l'arco elettrico.

Figura 3.11. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo (tap to tap 42 minuti) con tre ceste rilevato in platea forno

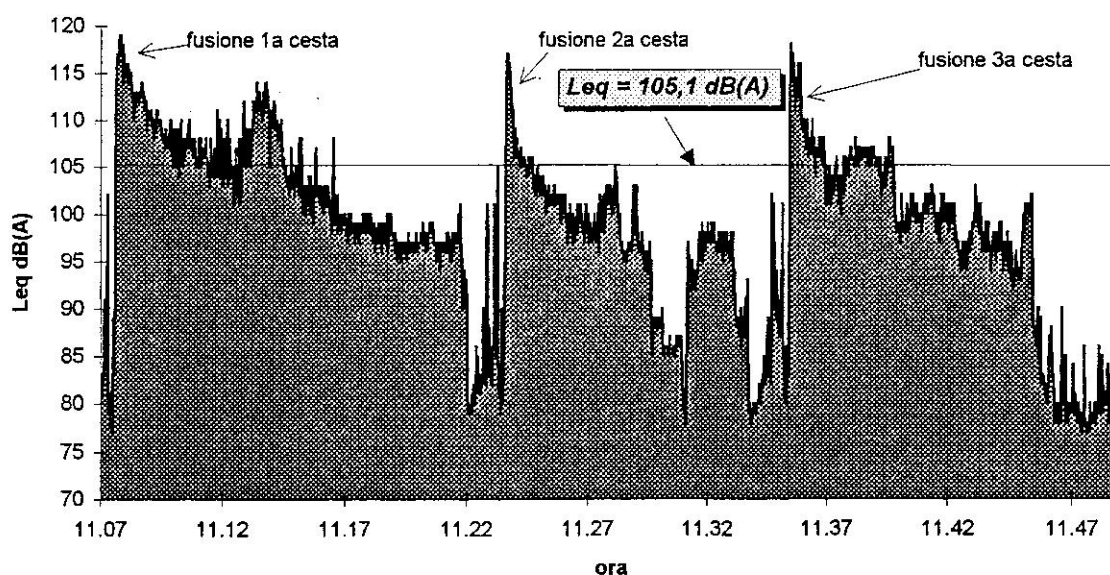


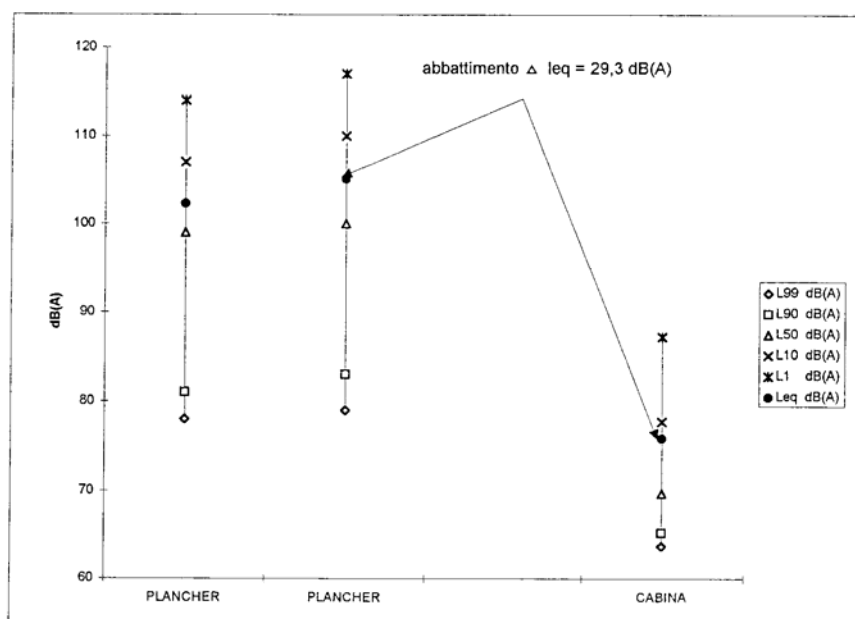
Tabella 3.25. Area forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina forno	77.6-82.5		Forno non segregato
	Platea remota (carico ferroleghie)	96.2		
	Platea forno (tutto il ciclo)	100.5-101.9		
	Cabina additivi	79.2-81.7		
	Primo al forno		94.6	
	Secondo al forno		99.9	
	Terzo al forno		99.9	
	Chimico		90.8	
	Gruista carico cesta		83.4	
	Gruista colata		81.8	
1	Cabina forno	75.8		Trasformatore più potente
	Platea remota (carico additivi)	94.9-95.3		
	Platea forno (tutto il ciclo)	102.3-105.1		(Figura)
	Cabina additivi	84.5-86.7		
	Gruista carico cesta		85.8	
1	Cabina forno	72		Inserita segregazione parziale
	Platea forno (tutto il ciclo)	100-101		+ insonorizzazione migliorata
	Cabina pulpito spillaggio	71		+ modificate modalità innesco arco
	Gruista carico cesta		81	+ nuova struttura
				+ insonorizzazione migliorata
2	Cabina forno	70.0		Forno con dog-house
	Platea remota	76.0-77.3		
	Zona pesatura rottame	88.3		
	Platea forno (tutto il ciclo)	90.6-93.0		Dog-house aperta per insufflazione
	Platea forno (solo insufflazione ossigeno)	96.0		Dog-house aperta per insufflazione
	Primo al forno		91.2	Dog-house aperta per insufflazione
	Secondo al forno		94.1	Dog-house aperta per insufflazione
	Terzo al forno		90.7	Dog-house aperta per insufflazione
	Platea forno (tutto il ciclo)	84.1-85.2		Dog-house chiusa per insufflazione
	Platea forno (solo insufflazione ossigeno)	86.5		Dog-house chiusa per insufflazione
	Primo al forno		86.7	Dog-house chiusa per insufflazione
	Secondo al forno		87.0	Dog-house chiusa per insufflazione
	Terzo al forno		87.3	Dog-house chiusa per insufflazione
3	Cabina forno	74.5-81.3		Modulo forno (pareti non complete)
	Platea remota (interventi e transiti)	74.7-100.4		
	Platea forno (tutto il ciclo)	102.9-105.5		
	Primo al forno		88-94	
	Secondo al forno		97-99	
	Analista		89-95	
	Gruista carico cesta		81-84	
	Gruista colata		85-86	
4	Cabina forno	78.3		Forno con dog-house
	Platea remota (zona additivi e prep. elettrodi)	79.2-85.0		
	Platea forno (solo affinazione)	88.9-91.5		
	Postazione spillaggio	90.6		
	Primo al forno		84.0	
	Secondo al forno		88.7	
	Cabina carroponete carico cesta	78.9-80.3		
	Gruista carico cesta		79.5	
	Gruista colata		75.8	

Figura 3.12. Acciaieria 1. Area forno. Abbattimento garantito dalla cabina forno

COLATA N.	3055	3056	3055-3056	ABBATTIMENTO Δ (*)
POSIZIONE	PLANCHER	PLANCHER	CABINA	dB(A)
L99 dB(A)	78	79	63,7	15,3
L90 dB(A)	81	83	65,2	17,8
L50 dB(A)	99	100	69,7	30,3
L10 dB(A)	107	110	77,7	32,3
L1 dB(A)	114	117	87,2	29,8
Leq dB(A)	102,3	105,1	75,8	29,3

(*) ABBATTIMENTO CALCOLATO UTILIZZANDO I VALORI RELATIVI ALLA COLATA N. 3056
(i rilievi effettuati in cabina non sono perfettamente contemporanei)



Contrariamente a quanto spesso previsto in sede progettuale, la realizzazione della segregazione non modifica in misura rilevabile i livelli di rumore in platea forno, a indicare che l'effetto di riflessione della parete non risulta significativo.

La cabina forno garantisce un significativo abbattimento del livello esterno; ma livelli di esposizione confortevoli all'interno delle cabine forno sono ottenuti solo con soluzioni ancora più efficaci (completo isolamento della struttura dalla platea, tripla vetratura, doppia porta, ecc.).

La permanenza in area forno, durante le fasi iniziali di fusione, per pochi minuti in un turno di lavoro, compromette l'esposizione degli addetti, esposti direttamente o esposti in modo indebito, e configura situazioni di rischio.

Con i rilievi effettuati nell'acciaieria 2 è possibile apprezzare in particolare l'efficacia della dog-house mantenuta chiusa durante un'operazione svolta durante l'affinazione di insufflazione ossigeno, realizzata tramite manipolatore lancia in sostituzione di lancia manipolata dall'operatore; questa meccanizzazione riduce in misura importante l'esposizione degli operatori al forno che eseguono questa operazione durante l'affinazione.

Tabella 3.26. Trattamento scoria. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2	Palista		85.1	
4	Cabina carro asportazione paiola scoria	90.3-94.7		

Tabella 3.27. Area siviere e fuori forno. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area riscaldamento siviere Sivierista Cabina LF Platea LF	90.1-92.1 64.9-68.8 85.6-90.1	 90.9	Forno non segregato (Figura) (Figura)
2	Cabina lavorazione fuori forno Platea lavorazione fuori forno Addetto LF/ Analista Platea forno zona colata Area ripristino siviere Addetto siviera	74.3 86.5 86.0 84.0	 84.9 87.1	Forno con dog-house
3	Area forno durante affinazione e spillaggio Percorso siviera Area colata continua Sivierista	74.5-97.0 83.1-83.9 84.1-94.3	 88-95	Modulo forno (pareti non complete)
4	Area rifacimento cassette Postazione preparazione siviere Postazione inserimento siviera allo spillaggio Sivierista Cabina LF/ VD Platea VD Addetto LF/ VD	82.0 82.9-85.4 91.0 70.2 82.4	 85.4 84.9	Forno con dog-house

Figura 3.13. Area forno. Cabina forno. Figura 3.14. Area lavorazioni fuori forno. Cabina in platea LF

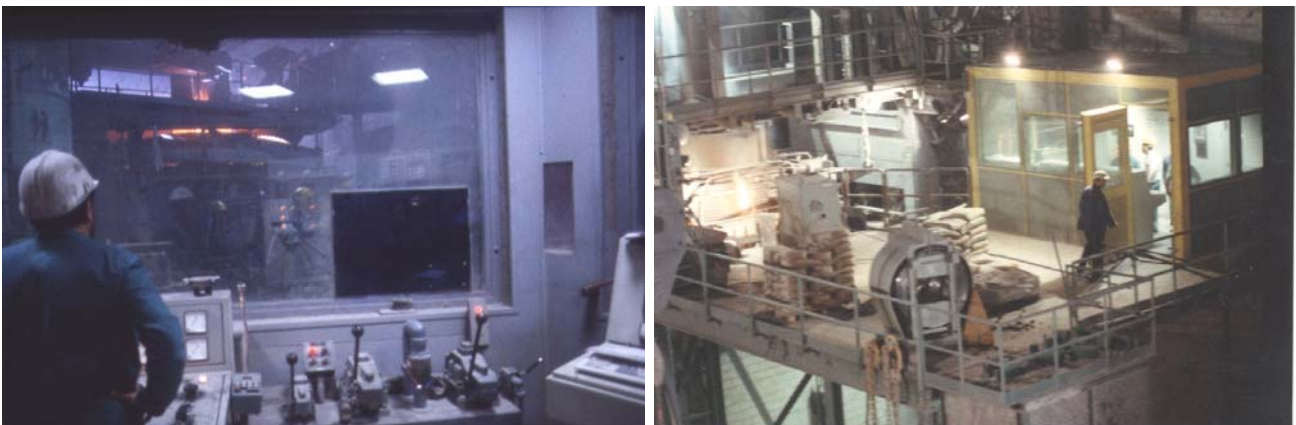


Figura 3.15. Acciaieria 1. Area lavorazione in siviera. Abbattimento garantito dalla cabina LF

AFFINAZIONE COLATA N.	3059			IMPIANTO FERMO			3060		
	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)	PLANCHER	CABINA	ABBATT. Δ dB(A)
L99 dB(A)	83	61	22	81	61	20	82	61	21
L90 dB(A)	84	62	22	82	61	21	85	62	23
L50 dB(A)	87	64	23	85	62	23	88	65	23
L10 dB(A)	93	70	23	90	66	24	93	71	22
L1 dB(A)	98	78	20	93	75	18	102	79	23
Leq dB(A)	88,7	67,7	21,0	85,6	64,9	20,7	90,1	68,8	21,3

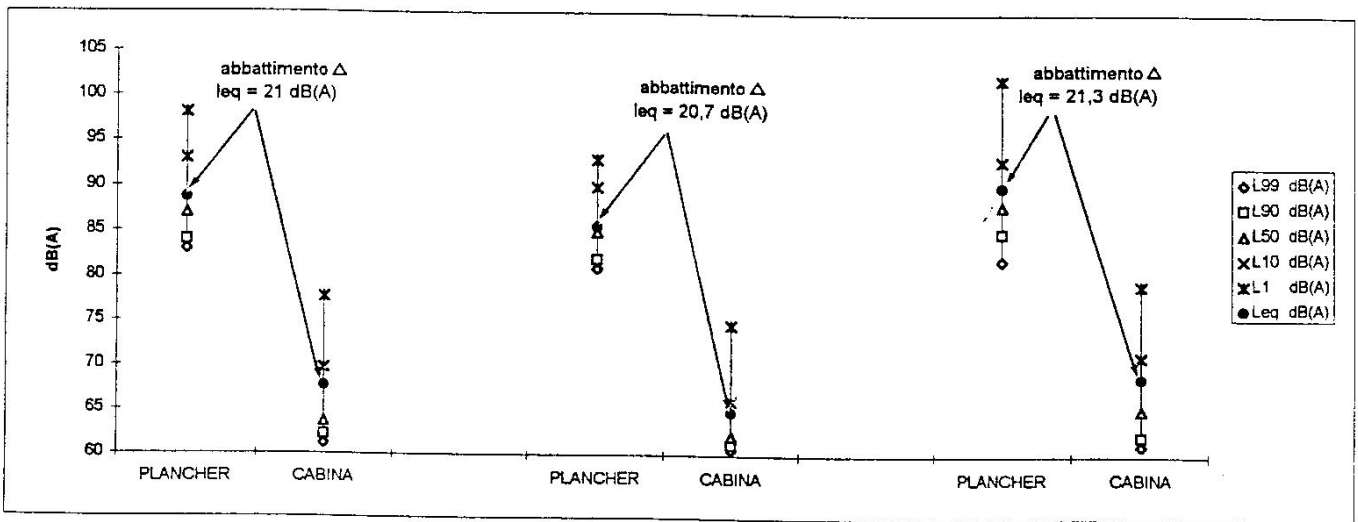
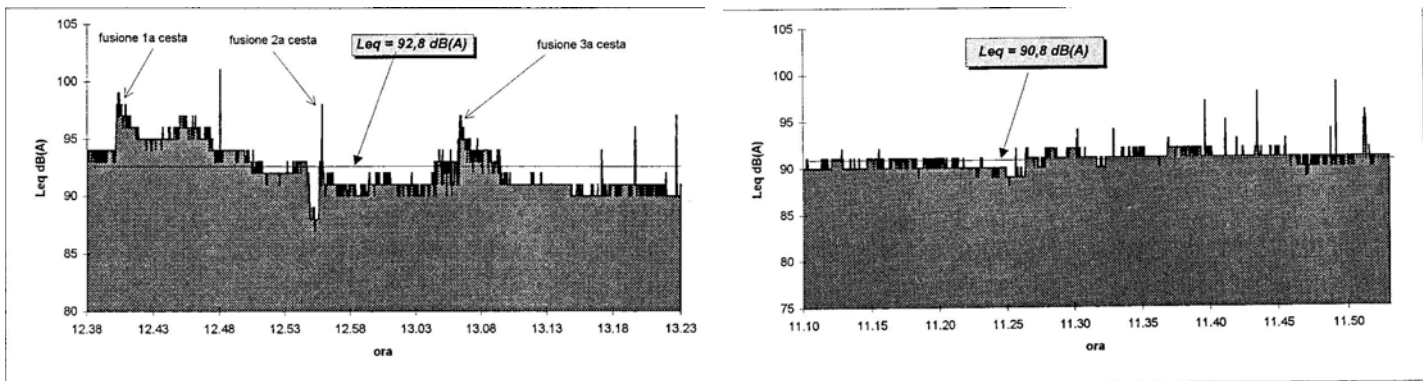


Figura 3.16. Acciaieria 1. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area colata A sinistra posizione colatore siviera, a destra piano colatori lingottiera



Si può osservare che l'area di colata continua mantiene una rumorosità sostanzialmente costante, generata da fonti endogene (flussi di raffreddamento interni alla macchina, bruciatori di riscaldamento, ecc.), mentre le sorgenti esterne, principalmente il forno, possono essere più riconoscibili solo per le posizioni non schermate dalla macchina di colata (postazione colatore siviera che opera in posizione elevata), mentre sono completamente mascherate in platea (Figura 3.16).

Tabella 3.28. Area colata. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
1	Cabina colata	74.4-86.2		Forno non segregato
	Area transito colata - forno	95.8		
	Assistente capoturno		94.6	
	Colatore siviera		105.8	
	Colatori di linea		92.1-98.3	
	Gruista di colata		75.9	
1	Cabina colata	66.2-67.9		Inserita segregazione
	Platea colatore siviera	91.2-93.6		Impianto allontanato dal forno (Figura)
	Platea colatori di linea	90.0-91.0		(Figura)
3	Cabina controllo colata	60.2-64.8		Modulo forno (pareti non complete)
	Cabina controllo pulpistista	60.2-64.8		
	Cabina di sosta	58.8-59.2		
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	84.1-94.3		
	Piano pompe (periodo di ripristino macchina)	88.3-91.8		
	Piano evacuazione (durante colaggio)	91.5-95.2		
	Piano evacuazione (durante ripristino)	84.2-85.9		
	Cabina carroponte colata in fossa	74.9-76.7		
	Postazione colaggio in fossa	83.5		
	Cabina carroponte slingottamento	69.5		
	Capo macchina		91	
	Colatore		88-92	
	Addetto evacuazione		89	
	Meccanico colata continua		90	
	Gruista aiuto colata		90	
4	Cabina controllo colata	68.5		Forno con dog-house
	Pulpito colata	62.1-66.8		Forno non funzionante
	Pulpito colata	85.7		Forno funzionante
	Pulpistista		67.1	
	Platea colatori di linea (tutto il ciclo)	88.9-89.0		
	Postazione colatore siviera	87.1		
	Piano evacuazione	81.2-84.0		
	Posizione taglio (cannelli)	84.5-88.5		
	Cabina carroponte colata	79.0		
	Cabina carroponte evacuazione	78.2-81.1		
	Responsabile colata continua		83.3	
	Colatore		87.6-88.1	
	Gruista evacuazione		79.5	
	Responsabile spedizione		79.3	
	Addetto movimentazione materiali ausiliari		86.8	

Nelle posizioni adiacenti al forno, impegnate dall'esecuzione di lavori ausiliari, risulta fondamentale il contributo di insonorizzazione che si può ricavare con la segregazione del forno. In acciaieria 1 la postazione di demolizione e rifacimento tino è collocata ai piedi del forno senza interruzione e risente della medesima rumorosità della platea, mitigata solo da una maggiore distanza.

Le postazioni di rifacimento paniera presentano un andamento analogo: la segregazione parziale risulta generalmente non efficace per interrompere in misura completa la propagazione del rumore dal forno (area riscaldamento paniera in Figura 3.18); aumentando la distanza dal forno il rumore prodotto in zona si sovrappone e rende meno riconoscibile il rumore provocato dal forno stesso, che contribuisce con importanti picchi a inizio fusione.

Tabella 3.29. Area refrattari. Rilevazioni rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L_{eq} dB(A)	Esposizione L_{EP} dB(A)	osservazioni
1	Area demolizione e rifacimento tino	89.8-97.8		Forno non segregato
	Addetto demolizione tino		96.8	
	Cabina manutenzione siviere	75.9		
	Addetto ricostruzione siviera		90.8	
	Area demolizione e rifacimento paniere	90.8-95.1		
	Addetti demolizione e ricostruzione paniere		90.8-95.1	
1	Area demolizione e rifacimento tino	93.1-94.1		Inserita segregazione parziale (Figura)
	Area demolizione e rifacimento paniere	85.8-90.0		
	Area riscaldamento paniere	88.4-89.3		
2	Zona rifacimento	84.5		Forno con dog-house
	Area magazzino	77.0		
	Muratore		83.6	
4	Zona rifacimento placche	78.2-80.0		
	Zona rifacimento colonne	80.0-94.6		
	Responsabile colata in fossa		83.9	
	Addetto fossa		82.6	
	Cabina carroponte movimentaz. lingottiere	81.9-84.7		
	Cabina automezzo movimentaz. carri colata	81.8		
	Gruista di colata		80.1	
	Gruista di fossa		81.3	
	Area riparazione lingottiere	97.0-102.7		
	Area demolizione con martello pneumatico	102.7		
	Addetto muratore		81.8	
	Addetto riparazioni		101.3	

Figura 3.17. Tipico andamento del L_{eq} per un ciclo rilevato in area rifacimento tino senza segregazione del forno

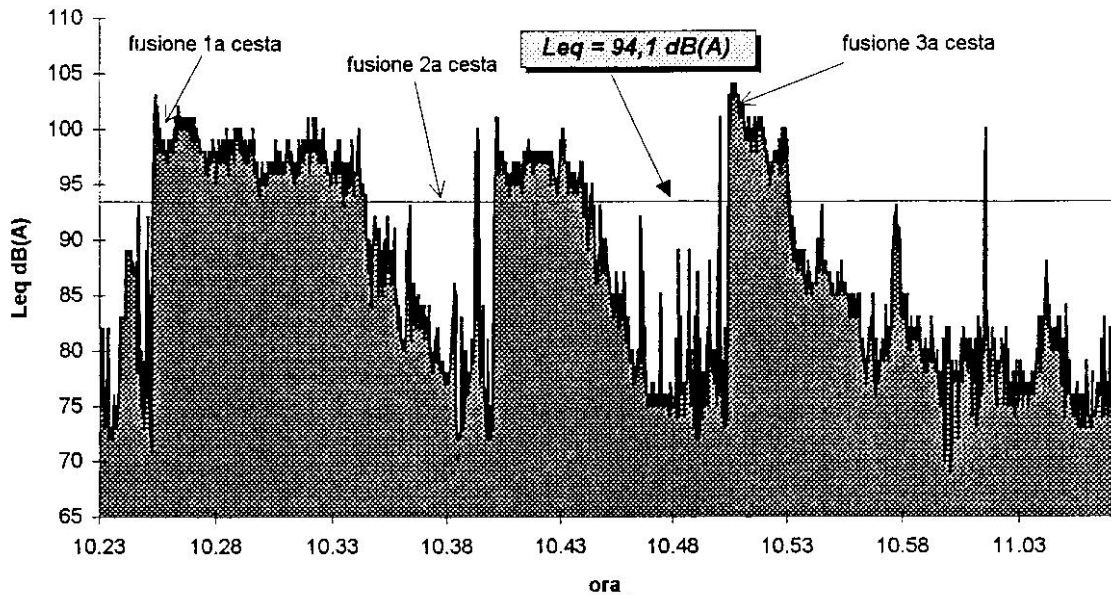


Figura 3.18. Tipico andamento del Leq per un ciclo rilevato in area riscaldamento paniere e rifacimento paniere

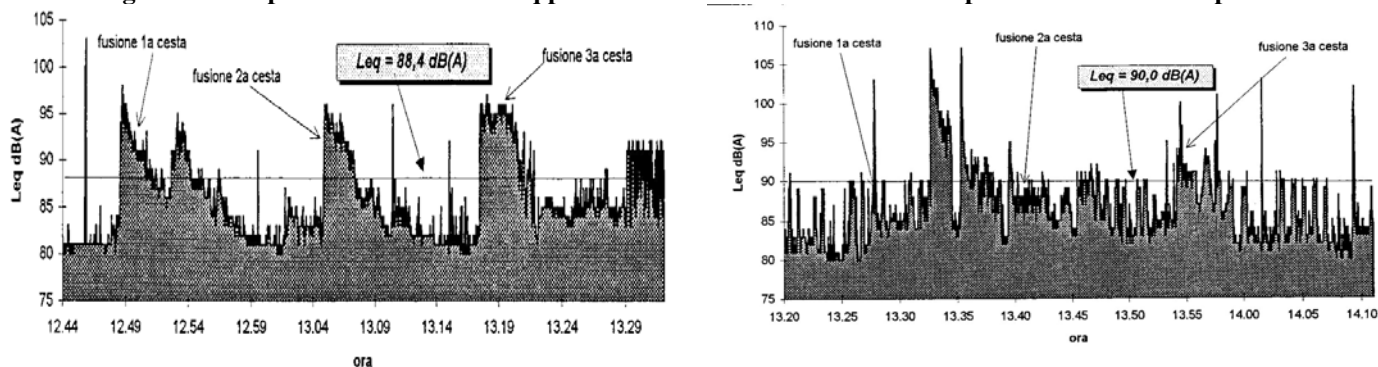


Tabella 3.30. Manutenzione, ripristini, lavori ausiliari. Rilevazioni di rumore

ACC	Posizione Mansione	Livello equ. L _{eq} dB(A)	Esposizione L _{EP} dB(A)	osservazioni
2				Forno con dog-house
	Platea remota	89.0-85.3		
	Cabina forno	80.6-83.3		
	Meccanico forno		90.2	
	Manutentore meccanico elettrico		87.9	
	Elettricista giornaliero		86.5	
	Platea forno	88.2		
	Piazzali	85.0		
	Carrellista materiali ausiliari		86.8	
4	Pala meccanica	89.7		
	Carrello materiali ausiliari	91.0		
	Addetto agli approvvigionamenti		86.5	

In Tabella 3.31 viene presentata la suddivisione degli addetti dell'acciaieria 4 in cui sono presenti colata continua e colata in lingotti. L'acciaieria è caratterizzata dalla presenza di dog-house collocata a protezione del forno.

E' interessante osservare come fra gli addetti all'area fusione sono escluse esposizioni a Leq superiori a 90 dB(A). Questa condizione di rischio può essere considerata rappresentativa per le situazioni in cui si sia proceduto, con interventi efficaci, a interrompere la trasmissione del rumore del forno verso le altre aree di lavoro e dove gli interventi degli addetti al forno, tramite interventi di governo della lavorazione a distanza, escludono posizioni di lavoro in platea durante le fasi più rumorose.

Tabella 3.31. Acciaieria 4 (colata continua e lingotti). Livelli di esposizione a rumore distinti per aree e per fascia di rischio (Leq in dB(A))

AREA	< 80	80 - 85	85 - 90	> 90
AREA PARCO ROTTAME	--	8	6	3
AREA FUSIONE	6	15	6	--
AREA SIVIERA E COLATA IN FOSSA	--	8	10	--
AREA PREPARAZIONE COLATA IN FOSSA	--	10	--	2
AREA COLATA CONTINUA	9	1	14	--
TUTTI GLI ADDETTI	15%	43%	37%	5%

3.1.5 Stress e affaticamento da calore

Nella valutazione del rischio per la sicurezza e per la salute deve essere tenuto presente sia lo stress da calore che l'affaticamento da calore che coinvolge alcune posizioni di lavoro, in particolare nell'esecuzione di specifiche operazioni.

Tenendo conto che il WBGT è solo un indice che deriva da misure ambientali, i criteri di valutazione subiscono adattamenti in funzione del vestiario utilizzato e dei carichi di lavoro, da precisare in maniera dettagliata per le diverse operazioni, come pure dell'acclimatazione.

Nelle successive Figure 3.52, 3.53, 3.54 si riportano i valori di WBGT calcolati messi in relazione con le T_g (temperature del globotermometro, indicatrici dell'irraggiamento) e le temperature T_a dell'aria, rilevate in periodo estivo: queste figure consentono di evidenziare l'importanza delle componenti radianti nel determinare la presenza di elevati valori di WBGT nell'area forno, nell'area colata e in alcune posizioni di lavoro dei refrattaristi.

Le componenti radianti sono da ritenersi immutate in tutti i mesi dell'anno.

Le componenti radianti sono ovviamente non significative nel determinare il WBGT calcolato nelle postazioni protette (cabine), anche nei casi in cui non risultano adeguatamente climatizzate. In questo caso i parametri su cui intervenire per garantire confort termico sono in primo luogo la temperatura dell'aria.

I WBGT misurati sono messi in relazione alle specifiche operazioni eseguite e ai limiti per l'attività metabolica svolta.

Inoltre in questo processo di valutazione andrebbe considerato l'incremento dei valori di WBGT misurati in funzione dei tipi di vestiario, che nel caso specifico di tutta la metallurgia, prevedono tute di stoffa ignifuga oppure tute isolanti, scelte con funzione di proteggere rispetto alle ustioni, che annullano il passaggio del vapore d'acqua o i movimenti dell'aria.

Figura 3.52. A sinistra. Area forno. WBGT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

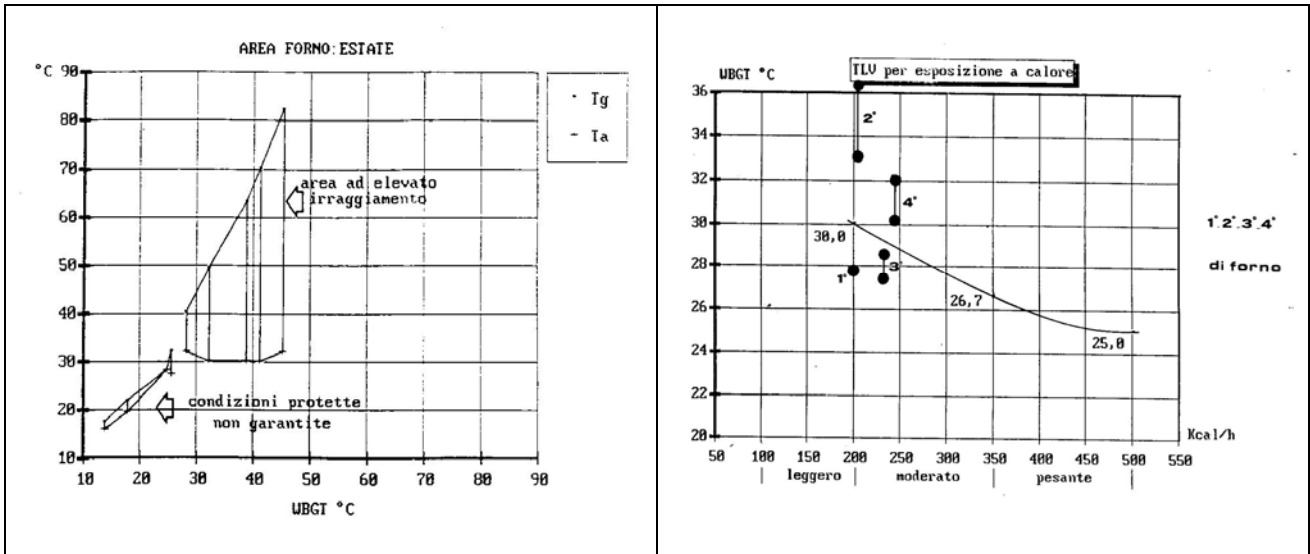


Figura 3.53. A sinistra. Area ripristino e rifacimento refrattari. WBGT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

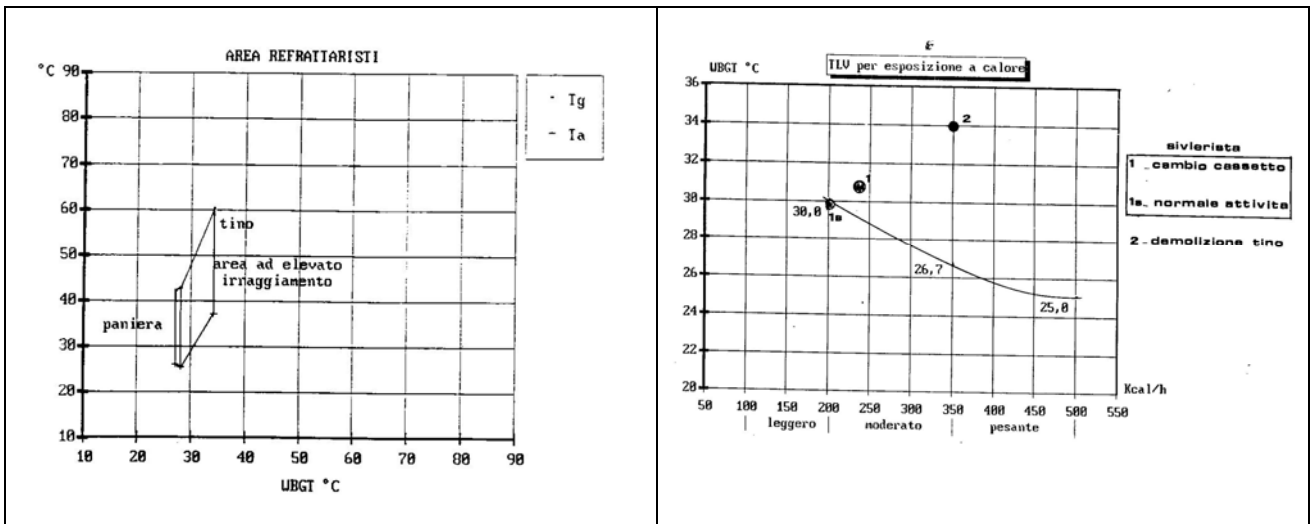


Figura 3.54. A sinistra. Area colata. WBGT calcolato per la platea e per la cabina
A destra. Area forno. Condizioni di esposizione a stress termico per specifiche attività svolte in platea

